



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour -Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم البيولوجية

Département de Biologie

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie

Spécialité: Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème:

**Contribution à la caractérisation chimique des
extraits de quelques plantes aromatiques et
médicinales de la steppe du sud-algérois**

Présenté par : Chaoui Malak El rahmane

Chegroune Sara

Soutenu devant le jury :

M ^f Dahia.	Université de Djelfa	Président.
M ^f Kacimi Elhassani M.	Université de Djelfa	Promoteur.
M ^f Lahoual M.	Université de Djelfa	Examineur.
M ^f Boumehras A.	Université de Djelfa	Examineur.

Année Universitaire : 2018/2019

Remerciements :

*Nous remercions tout d'abord **ALLAH** le tout Puissant qui nous a données la santé, le courage et la patience afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à présenter nos profondes gratitudees à notre promoteur **Mr. KACIMI ELHASSANI Mohamed** pour son aide, son encouragement, qui nous a fait bénéficier de son savoir, de son expérience et de ses précieux conseils afin de perfectionner ce travail et d'avoir accepté l'encadrement de ce mémoire.*

*Nos sincères remerciements vont également s'adressent à Monsieur **Dahia Mustapha** d'avoir accepté de présider la soutenance de ce mémoire et surtout pour son aide, son soutien et sa gentillesse.*

Nous présentons nos vifs remerciements aux membres du jury pour avoir accepté de juger notre travail.

*Nos vifs remerciements s'adressent aussi à Monsieur **Guit Brahim, Madame Ghazi, Madame Lahrech, Monsieur Guassab** et tous les enseignant et les ingénieurs qui n'ont pas manqué de nous aider.*

Enfin nous devons remercier beaucoup toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail surtout les parents.

Dédicace

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi **mon père**.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon coeur, ma vie et mon bonheur ; **maman** que j'adore.*

*A mon cher professeur **Mohamed Kacimi El Hassani***

*Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à tous **mes frères et mes soeurs**.*

*A mon binôme : **Chegroune Sara***

A tout mes amis

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, mes aimables amis, collègues d'étude de promotion 2018-2019« **Agroalimentaire et contrôle de qualité** ».*

Chaoui malaq elrahmane

Dédicace

A mon très cher père :

Pour m'avoir soutenu moralement et matériellement jusqu'à ce jour, pour leur amour, leur encouragement. Que ce travail soit pour vous un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse. Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de L'esprit et te protège de tout mal.

A ma très chère mère :

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer Le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu n'as cessé de Me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

A mes très chers frères :

Mohammed, Azouz mes sœurs bouchera, Afak, Abir, Icharak, Yamena, et l'innocence de la maison Blottie Taqi al-Din, pour toute l'ambiance, amours dont ils m'ont entouré, pour toutes leurs spontanités et leurs élans, pour leurs patiences, pour leurs aides précieux, pour leurs encouragements durant toutes les phases de mes études. Dieu leurs garde et leurs montre le droit chemin.

A mon binôme :

Chaoui Malak elrahmane

A tout mis amis :

Amina, Bakhta, Salima, Sabrina, Aicha, Hanane, Hiba, Chahinaz. Mariem .Chaima

A mon fiancé :

qui m'a aidé tout au long des années de l'étude, que j'ai tout le respect et l'appréciation Rahlaoui yazid

A mes collègues :

tout les étudiants de spécialité M2 (ACQ).

Chegroune Sara

Sommaire

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste des Abréviations

Introduction **Error! Bookmark not defined.**

PARTIE I : BIBLIOGRAPHIE

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES PLANTES AROMATIQUES ET MEDICINALES

I -Les plantes aromatiques et médicinales. **Error! Bookmark not defined.**

I.1. Définition **Error! Bookmark not defined.**

I.1.1. Les plantes aromatiques3

I.1.2. Les plantes médicinales3

I.2.Historique3

I.3.PAM dans le monde5

I.4.PAM en l'Algérie5

II. Produits du métabolisme végétal8

II.1.1.Glucides8

II.1.2.Lipides8

II.1.3.Protéines et acides amines8

II.2 .Métabolisme secondaire9

II.2.1 Définition9

II.2.2.classement.....9

II.2.2.1.Polyphénols.....9

II.2.2.1.1.Acides phénoliques 10

II.2.2.1.2.Flavonoïdes 10

II.2.2.1.3 .Tanins..... 12

II.2.2.1.4 .Lignines	12
II.2.2.2 .Alcaloïdes.....	12
II.2.2.3.Les terpènes et les terpénoïdes	13
II.2.2.4 Les composés aromatiques.....	15
II.2.2.5.Saponosides.....	15
II.2.2.6 .Huiles essentielles.....	15
II.2.2.7.Localisation et rôles des huiles essentielles chez les végétaux.....	16
II.2.2.8.Applications des huiles essentielles.....	17
II.2.2.8.1.En agroalimentaire.....	17
II.2.2.8.2.En cosmétique	17
II.2.2.8.3.En dentisterie	18
II.2.2.9.Les techniques d'extraction des huiles essentielles	18
II.2.2.9.1.Extraction par Hydrodistillation.....	18
II.2.2.9.2.En traînement à la vapeur d'eau.....	19
II.2.2.9.3.L'expression à froid.....	19
II.2.2.9.4.Extraction au CO ₂ supercritique.....	20
II.2.2.9.5.Extraction aux solvants organiques	21
II.2.2.9.6.Hydrodistillation par micro-ondes sous vid.....	22
II.2.2.9.7.L'enfleurage.....	23
II.2.2.9.7.1.L'enfleurage à froid	23
II.2.2.9.7.2.L'enfleurage à chaud	25
III. Methodes d'identification des huiles essentielles.....	26
III.1.La Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG)	26
III.2.Le couplage Chromatographie en Phase Gazeuse/Spectrométrie de Masse (CPG/SM)	26
III.3.Chromatographie en phase gazeuse couplée à l'olfactométrie (CPG/O)	27
III.4.Chromatographie en phase gazeuse monodimensionnelle	28
III.5.Chromatographie en phase gazeuse à deux dimensions	28
III.6.Spectrométrie de masse (SM)	28

III.7.Chromatographie totale CPG-2D	29
III.8.Couplage CPG/SM/2SM	29
III.9.Chromatographie liquide sur colonne	30
III.10.Chromatographie liquide à haute performance (HPLC)	30
III.11.Les techniques d'identifications structurales.....	30
IV. Activités biologique des huiles essentielles	33
IV.1 Activité antimicrobienn.....	33
IV.1.1 Notion du bactériostatique et du bactericide	33
IV.1.1.1.L'effet bactériostatique	34
IV.1.1.2.L'effet bactericide	34
IV.1.2.Facteurs influençant l'activité antimicrobienne des huiles essentielles	34
IV.1.2.1.Toxicité	34
IV.2.Activité antioxydant	35
V.2.1.Les antioxydants.....	35
IV.2.1.1.Les antioxydants endogènes (enzymatiques)	36
IV.2.1.2.Les antioxydantsexogènes (non enzymatiques)	36
IV.2.2.Antioxydants d'origine végétale	37
IV.3. Activité antifongique	38
V. <i>Marrubium vulgare</i>	39
V.1.Famille des Lamiacées	39
V.2. <i>Marrubium vulgare L</i>	39
V.3.Description morphologique	39
V.4.Répartition géographique	40
V.5.Utilisation traditionnelle	40
V.6.Classification botanique	40
VI.1. <i>Artemisia herba alba</i>	41
VI.2. <i>Artemisiaherba alba</i> Asso.....	42
VI.2.1.classification botanique.....	42

VI.3.Dénominations	42
VI.4.Description botanique	42
VI.5.Habitat et repartition.....	43
VI.6.Utilisation de la plante.....	43
VIII. <i>Thymus</i>	45
VIII.1.Dénominations.....	45
VIII.2.Description botanique.....	45
VIII.3.Classification	45
VIII.4.Propriétés médicinales.....	46
IX.Absinthe (<i>Artemisia absinthium</i> L)	46
IX.1. Noms vernaculaires.....	46
IX.2. Description botanique et habitat	47
IX.3. Classification botanique	47
IX.4. Utilisation.....	48

CHAPITRE II: MATÉRIEL ET MÉTHODES

I. Enquêtes	49
I.1. Enquête administrative	49
I.2. Enquête ethnobotanique	49
II. Matériel végétal	49
II.1.Préparation des échantillons	49
II.1.1.Séchage	49
III. Matériel physique	50
IV. Matériel chimique	50
V. Extraction de l'huile essentielle	50
V.1.Mode opératoire	50
V.1.1.L'hydrodistillation.....	50
V.1.2.Extraction liquide-liquide	51
V.1.3.Élimination des traces d'eau de la phase organique	51
V.1.4.Élimination du solvant organique	51

VI. Calcul du rendement	52
VII. Caractérisation chimique par GC/M .	52
VIII. Formulation d'un fromage type Ricotta aux huiles essentielles	54
VIII.1. Analyse de la matière première	54
VIII.2. Étapes de fabrication du fromage	54
VIII.3. Analyse sensorielle	55

CHAPITRE III: ANALYSES REALISEES

I. Enquête	56
II. Rendement en huiles essentielles	58
III. Composition chimique des huiles essentielles	61
IV. Fabrication du fromage	64
Conclusion	66

Référencés Bibliographiques

Annaxe

Résumé

Listes des figures

Figure 01: Structure de base des acides benzoïque et cinnamique

Figure 02: Exemple d'alcaloïde la morphine

Figure 03: Structure de quelques terpènes

Figure 04: Structure de quelque stéroïdes

Figure 05: Structures de quelques composés aromatiques

Figure 06: La distillation par entraînement à la vapeur

Figure 07: d'extraction par pression à froid ou expression

Figure 08: d'extraction au CO₂ supercritique

Figure 09: Les différents types d'extraction par solvants volatils

Figure 10: d'un montage d'hydro-diffusion assistée par micro-ondes

Figure 11: Montage d'hydrodistillation

Figure 12: dégazage de l'extraction

Figure 13: Extraction liquide-liquide

Figure 14: Évaporation Rotative « élimination du solvant »

Figure 15: L'HE obtenue

Figure 16 : Chromatographe

Figure 17 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii*

Figure 18 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba*

Figure 19 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Artemisia absinthium*

Figure 20 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Marrubium vulgare*

Figure 21 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Cistus ladanifer*

Figure 22 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Herniaria hirsuta*

Figure 23 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*

Liste des tableaux

Tableau 1. Principales PAM consommées en Algérie

Tableau 02: Représente la structure de base des principaux flavonoïdes

Tableau 03 : Principaux antioxydants non enzymatiques et sources alimentaires associées

Tableau 04: Classification de *Marrubium vulgare*

Tableau 05: Classification de l'armoise blanche

Tableau 06: Classification de *Citrus limon*

Tableau 07: La classification botanique, selon **Quézel, (1963)** est la suivante :

Tableau 08: Selon **Guignard (2001)**, la classification de *Artemisia absinthium* L. est donnée comme suit :

Tableau 09 : Classification de *Mentha spicata* L (**Moon et al., 2009 ; Lansdown, 2014**).

Tableau 10 : Classification de *Rosmarinus officinalis* L

Liste des abréviations

%	: pourcentage
ADA	: l'association dentaire américaine
CC	: Chromatographie sur colonne
C°	: Degré Celsius
CCM	: Chromatographie sur Couche mince
CC	: Chromatographie sur colonne
CPG/O	: Chromatographie en phase gazeuse couplée à l'olfactométrie
Cm	: Centimètre
H	: heure
HPLC	: Chromatographie liquide à haute performance
HE	: Huile essentielle
IC	: Ionisation chimique
RMN	: Résonance Magnétique Nucléaire
SM	: Spectrométrie de masse
IRTF	: Infra-Rouge par Transformée de Fourier
UV	: Ultra violet
PAM	: Plantes aromatiques et médicinales

introduction

Introduction

L'intitulé « ressources naturelles ». Il est lui-même un volet du programme d'investigations structurant les activités du laboratoire de "chimie organique et de substances naturelles », qui dépend de l'université de Djelfa.

À cet effet, la problématique générale qui s'impose pour traiter ce sujet, consiste à vouloir caractériser et valoriser quelques substances issues d'essences végétales spécifiques des milieux steppiques.

Les trois grands domaines sur lesquels s'ouvre le champ de recherche sont :

- les plantes aromatiques et médicinales, (PAM)
- les intrants et additifs pour améliorer la qualité de certains produits agroalimentaires
- et plus généralement, toute la chimie de la plante.

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude, qui malgré son caractère académique, est quand même sous-tendue par un objectif d'applications pratiques "douces" sur le terrain.

L'approche est telle que l'exploitation des ressources naturelles réponde au souci de la protection de l'environnement. Il y a, de toute évidence urgence à maintenir en l'état la biodiversité ainsi qu'un intérêt à instaurer un mode de développement durable.

Le secteur des "plantes aromatiques et médicinales" (PAM) connaît dans le monde une nette croissance. Ce secteur concerne majoritairement des marchés tels que la parfumerie, la cosmétique, l'aromathérapie et l'agroalimentaire. (Khaouli D ; Grazza B ,2007)

Il est à signaler que malgré cet essor, le développement de cette filière demeure encore dans un état embryonnaire en Algérie.

Toutefois certaines ressources végétales particulières à notre pays (et dont on pourrait déterminer la composition chimique) peuvent offrir des avantages non négligeables, par le fait de leur facile disponibilité, leur faculté à fournir des huiles essentielles, ou extraits, largement demandés dans les industries.

L'isolation et l'identification de ces substances naturelles nécessitent en l'occurrence la mise en œuvre de diverses techniques analytiques qui permettent non seulement d'apprécier sa valeur marchande, mais aussi de réaliser le contrôle de la qualité ou encore de mettre

Introduction

énévidence une éventuelle spécificité. Cependant l'opération de caractérisation chimique de l'huile essentielle n'est pas toujours facile à réaliser compte-tenu de la complexité des composants de la plante étudiée. Ceux-ci peuvent être constitués de plusieurs dizaines décomposés en proportions variables et pouvant présenter des structures et des fonctions chimiques très variées.

Ces plantes médicinales renferment de nombreux principes actifs où certains sont issus du

Métabolisme secondaire. Les plantes produisent déjà 70% de nos médicaments, déjà environ

170 000 molécules bioactives ont été identifiées à partir de plantes (**CHAABI, 2008**).

La flore de la steppe, très riche en plantes aromatiques, est donc riche en potentialités de production d'huiles essentielles, et semble être un réservoir inépuisable à prospecter.

C'est dans cette optique que se situe ce projet de mémoire dont les objectifs principaux peuvent se résumer comme suit :

- Du point de vue expérimentation, la présente étude se propose d'extraire les huiles essentielles de quelques plantes de la steppe du sud algérois et de mettre en évidence leurs compositions chimiques.

Par ailleurs, le travail s'inscrit dans une démarche globale initiée depuis près de dix ans sous le terme de « métabolomique ». Ce concept est structuré sur la base d'une série de méthodes utilisées pour étudier ce qui est afférent aux métabolismes de tous les types d'organismes vivants et doit compléter les données obtenues par le génie génétique.

Le présent manuscrit s'articule sur trois parties :

Chapitre premier : Synthèse bibliographique qui étalera l'état de l'art de la thématique étudiée

Deuxième chapitre : Matériel et méthodes, chapitre décrivant les protocoles et méthodes utilisés dans la réalisation pratique du présent mémoire

Troisième chapitre résultats et discussion dans lequel seront exposés, décrits et discutés les principaux résultats obtenus.

**Chapitre I Généralités sur les plantes
aromatiques et médicinales**

I. Les plantes aromatiques et médicinales:

I.1. Définition :

I.1.1. Les plantes aromatiques :

Les plantes aromatiques sont, par définition, des plantes dont les tissus sécrètent suffisamment d'essence pour que celle-ci puisse être extraite distillée. Elles contiennent les molécules aromatiques ou odorantes dans un ou plusieurs de ses organes producteurs : feuille, fleurs, fruits, graines, écorces, racines ... Tout plante à odeur n'est pas toujours une plante aromatique : le tilleul est un arbre odorant mais il n'existe pas d'huile essentielle de tilleul. **(Patricia, 2005).**

I.1.2. Les plantes médicinales :

Dans le code de la Santé publique, il n'existe pas de définition légale d'une plante médicinale au sens juridique, mais en France « une plante » est dite médicinale lorsqu'elle est inscrite à la pharmacopée et que son usage est exclusivement médical. C'est-à-dire qu'elles sont présentées pour leurs propriétés préventives ou curatives à l'égard des maladies humaines ou animales **(MOREAU, 2003 in GHABRIER, 2010).**

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

I.2. Historique:

Depuis fort longtemps, les plantes médicinales furent le principal recours du médecin pour la fabrication de remèdes pharmaceutiques.

Avec le développement de la chimie, et plus particulièrement les procédés de synthèse organique, la chimie des plantes a dans un premier temps marqué le pas, mais ces dernières années les produits naturels ont connu un regain d'intérêt.

Leurs réservoirs en matières premières furent et sont toujours exploités pour isoler des matières premières irremplaçables.

Au cours de l'évolution humaine, la médecine populaire et l'herboristerie ne cessèrent jamais de faire appel à des méthodes simples et s'employèrent à maintenir vivante une tradition thérapeutique connue depuis les premiers temps (Belloum, 2007).

Et on peut à présent constater que l'industrie pharmaceutique, les médecins et les équipes de chercheurs se tournent à nouveau vers les ressources naturelles et les plantes médicinales.

Les plantes et l'homme: une longue histoire:

Connue depuis la nuit des temps, l'efficacité des vertus des plantes a fait son chemin. Soucieux d'un retour à la nature, l'homme en redécouvre aujourd'hui les bienfaits.

Le premier texte jamais écrit sur la médecine par les plantes est en argile. Il regroupe une série de tablettes gravées en caractères cunéiformes et ses auteurs, les Sumériens, le rédigèrent il y a quelques 3000 ans avant Jésus-Christ.

Ainsi commence l'histoire officielle de la phytothérapie, depuis plus de 6000 ans on sait également que les hommes utilisent les plantes pour se soigner et que la phytothérapie est l'une des plus anciennes médecines du monde.

En effet, dès son origine, l'homme a cherché à calmer ses maux et à réduire ses souffrances. Pour cela, il a utilisé les produits immédiatement à sa portée. Le règne végétal fut son premier champ d'expériences. Peu à peu, il apprit à discerner les propriétés des plantes, leurs vertus, leur toxicité.

Toutes les civilisations antiques: mésopotamienne, égyptienne, chinoise, indienne, précolombienne avaient une panoplie de remèdes végétaux impressionnante (Belloum, 2007).

I.3. PAM dans le monde :

Le marché mondial des plantes est en constante progression. Il atteint 700 millions de tonnes et près de 3 milliards de dollars courants en 2013 et 2014. La progression de la

valeur des exportations signale un marché à la hausse durant les deux périodes considérées (1994-2003 et 2004-2013). Le taux de croissance annuel de 9 % est un taux élevé.

Les Etats-Unis, Hong Kong et la Chine sont les principaux importateurs. Ils dominent le marché en volume et en valeur. Le poids des autres pays importateurs est faible puisqu'ils occupent moins de 5% des importations totales mondiales que ce soit en volume ou en valeur. Même si leur part de marché est faible, il est important de signaler l'émergence de nouveaux importateurs sur le marché mondial. Ainsi, l'Inde quintuple la valeur des parts importées, suivie par la Malaisie.

La Chine avec Hong Kong occupe une position dominante dans les exportations suivies par les Etats-Unis. Elle totalise près de 40% de la part du volume des exportations et plus de 30% de la valeur des exportations. Certains pays connaissent une expansion rapide. L'Egypte en particulier, quadruple sa valeur des exportations entre les deux périodes de référence et passe ainsi de 2% à 6% des parts de marché mondial avec un taux croissant annuel de 8% en volume et de 13% en valeur entre 2013 et 2014.

L'Algérie quant à elle est absente de la scène internationale des échanges de plantes aromatiques et médicinales à un taux insignifiant sur le marché mondial de 0,0007% (Ilbert *et al*, 2016).

I.4. PAM en l'Algérie:

D'après Mokkedem (2004), en Algérie comme dans tous les pays du Maghreb, les plantes médicinales et aromatiques sont utilisées surtout dans les milieux ruraux par les personnes âgées qui connaissent encore certaines recettes de tisane.

Dans le Hoggar, et en absence de médecins, dans certaines contrées isolées, les touaregs se soignent avec les plantes médicinales et aromatiques dont ils connaissent le secret transmis de père en fils.

En Kabylie, lorsqu'il y a de la neige et les routes sont coupées, les montagnards utilisent des plantes médicinales et aromatiques pour se soigner (fumigation de feuilles d'Eucalyptus contre la grippe).

Dans la steppe pendant les transhumances, les nomades utilisent l'armoïse blanche pour lutter contre les indigestions.

Comparé à d'autres pays africains, l'Algérie a très peu de praticiens reconnus et d'herboristes agréés.

En Algérie, il existe de nombreux herboristes, il y a ceux qui conditionnent et vendent leurs produits dans les pharmacies et d'autres qui vendent leurs produits sans emballages. Les deux catégories sont approvisionnées par des plantes médicinales et aromatiques cultivées ou collectées à partir du couvert végétal naturel. Les produits sont généralement vendus par les herboristes sur présentation d'une ordonnance à des patients ne présentant pas des maladies graves pouvant entraîner des complications.

D'après **Berridj et al. (2009)**, le savoir thérapeutique traditionnel, thésaurisé et transmis de génération en génération chez les populations rurales, est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées. La préservation de ce patrimoine ancestral est plus qu'indispensable. Sa perte serait irréversible pour l'humanité, si aucun effort n'est déployé pour sa transcription fidèle et urgente.

Selon **Mokkedem (2004)** les plantes médicinales et aromatiques les plus demandées par l'herboristerie en Algérie sont représentées dans le tableau 01.

Tableau 01:Principales PAM consommées en Algérie

Espèces	Noms scientifiques	Parties utilisées	Importance
Fenugrec	<i>Trigonella</i>	Graines	+++
Verveine	<i>foenumgroecum L.</i>	Feuilles	+++
Réglisse	<i>Verbena citriodora</i>	Racines	++ ++
Romarin	HB et K	Sommités fleuries	++
Thym	<i>Glycyrrhiza glabra L.</i>	Sommités fleuries	++
Bigaradier	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	Feuilles et fleurs	
	<i>Thymus vulgaris</i>		
	<i>Citrus bigaradia.</i>		
	Duham		
Armoise blanche	<i>Artemisia herba- alba Asso.</i>	Sommités fleuries	+++
Sauge	<i>Salvia officinalis L.</i>	Sommités fleuries	++
Lavande	<i>Lavandula officinalis L.</i>	Fleurs	++
Myrte	<i>Myrtus communis L.</i>	Feuilles et fruits	++
Basilic	<i>Ocimum basilicum L.</i>	Sommités fleuries	+
Menthe verte	<i>Mentha veridis L.</i>	Feuilles	+++
Menthe pouliot	<i>Mentha pulegium L.</i>	Sommités fleuries	++
Thymserpolet	<i>Thymus serpillum L.</i>	Sommités fleuries	++
Pétale de rose	<i>Rosa canina L.</i>	Pétales et fruits	+
Camomille	<i>Matricaria camomilla L.</i>	Fleurs	++
Nigelle	<i>Nigella sativa L.</i>	Graines	+++
Anis vert	<i>Pimpinella anisum L.</i>	Graines	++
Rue	<i>Ruta montana L.</i>	Feuilles	++
Cumin	<i>Cuminum cyminum L.</i>	graines	+++

II. Produits du métabolisme végétal:

II.1 .Métabolisme primaire:

Les métabolites primaires, tel que les phyto-stéroïls, les lipides d'acyle, des nucléotides, des acides aminés et des acides organiques, sont trouvés dans toutes les plantes et jouent des rôles métaboliques qui sont essentielles et habituellement évident pour la croissance et le développement du végétal (Croteau et al, 2000).

Suivant (Cseke et al., 2006), nous citons:

II.1.1. Glucides:

Ils existent dans les plantes sous plusieurs formes :

- De stock: Amidon.
- Utilisés: saccharose.
- Polymérisés: cellulose.

Après combinaison, ils forment les glucosides (groupes fondamentaux des autres produits naturels: phénols, terpènes et alcaloïdes) (Maidi, 2014).

II.1.2. Lipides:

Ce sont des esters d'acide gras et d'alcool ou d'autres polyols, ils jouent un rôle fondamental dans les organismes végétaux, on distingue:

- Lipides simples.
- Lipides complexes: phospholipides et glycolipides (Maidi, 2014).

II.1.3. Protéines et acides aminés:

Les acides aminés sont les unités de base de la structure des protéines, ces dernières qui jouent un rôle structural et fonctionnel (enzymes) très important dans l'organisme vivant ainsi qu'ils donnent naissance à une large variété de métabolites secondaires (Maidi, 2014).

II.2 .Métabolisme secondaire:

II.2.1 Définition:

Les composés phénoliques sont une vaste classe de substances organiques cycliques très variés, d'origine secondaire qui dérivent du phénol C_6H_5OH qui est un monohydroxybenzène.

Les composés phénoliques sont fort répandus dans le règne végétal; on les rencontre dans les racines, les feuilles, les fruits et l'écorce. La couleur et l'arôme, ou l'astringence des plantes dépendent de la concentration et des transformations des phénols. Ces composés représentent 2 à 3% de la matière organique des plantes et dans certains cas jusqu'à 10% et même d'avantage. Dans la nature, ces composés sont généralement dans un état lié sous forme d'esters ou plus généralement d'hétérosides. Ils existent également sous forme de polymères naturels (tanins) (Walton et Brown, 1999).

II.2.2. classement :

II.2.2.1. Polyphénols:

Les polyphénols ou composés phénoliques forment une grande classe de produits chimiques qui on trouve dans les plantes au niveau des tissus superficielles, il sont des composés photochimiques polyhydroxylés et comprenant au moins un noyau aromatique à 6 carbones. Ils se divisent en sous classes principales; les acides phénols, les flavonoïdes, les lignines, les tanins... (SARNI-MANCHADO et CHEYNIER, 2006). Comme ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on trouve chez les plantes, elles ont un rôle principale à la vie de plante, à la défense contre les pathogènes; principalement les moisissures et les bactéries phytopathogènes et la protection contre les rayonnements UV; sachant que tous les composés phénoliques absorbent les rayonnements solaires (SARNI-MANCHADO et CHEYNIER, 2006).

II.2.2.1.1. Acides phénoliques:

Les phénols ou les acides phénoliques sont des petites molécules constituées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle, elles peuvent être estérifiées, étherifiées et liées à des sucres sous forme d'hétérosides, ces phénols sont solubles dans les solvants polaires, leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique (WICHTL et ANTON, 2009).

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



Acide benzoïque Acide cinnamique

Figure 01: Structure de base des acides benzoïque et cinnamique (BRUNETON, 2009).

II.2.2.1.2. Flavonoïdes:

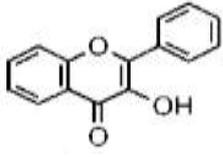
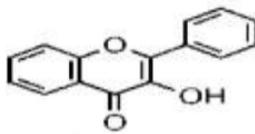
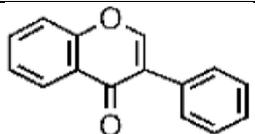
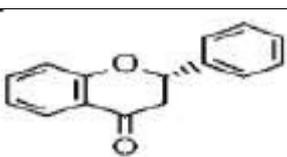
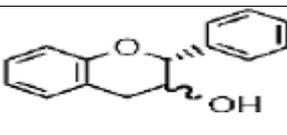
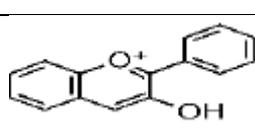
Terme en latin ; flavus = jaune. Ont une structure de C₆-C₃-C₆ à poids moléculaire faible, ils peuvent être considérés parmi les agents responsables des couleurs de plante à côté des chlorophylles et caroténoïdes (WICHTL et ANTON, 2009).

Les flavonoïdes sont des sous-groupes caractérisés à contenant deux ou plusieurs cycles aromatiques existent sous forme libre dite aglycone ou sous forme d'hétérosides, chacun portant une ou plusieurs groupes hydroxyles phénoliques et reliées par un pont carboné (HELLER et FORKMANN, 1993).

Les flavonoïdes sont généralement des antibactériennes (WICHTL et ANTON, 2009). Ils peuvent être exploités de plusieurs manières dans l'industrie cosmétique et

alimentaire (jus de citron) et de l'industrie pharmaceutique (les fleurs de trèfle rouge traitent les rhumes et la grippe en réduisant les sécrétions nasales), comme certains flavonoïdes ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales (ISERIN et al., 2001).

Tableau 02: Représente la structure de base des principaux flavonoïdes (HARBORNE et WILLIAMS, 2000).

Sous classe	Structure
Flavonoles	
Flavones	
Isoflavones	
Flavanone	
Flavan-3-ol	
Anthocyanes	

II.2.2.1.3 .Tanins :

Tanin est un terme qui provient d'une pratique ancienne qui utilisait des extraits de plantes pour tanner les peaux d'animaux (**HOPKINS, 2003**). On distingue deux catégories :

Les tanins condensés, polymères d'unités flavonoïdes reliées par des liaisons fortes de carbone, non hydrolysables mais peuvent être oxydées par les acides forts libérant des anthocyanidines (**HOPKINS, 2003**).

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

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

II.2.2.1.4 .Lignines :

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

II.2.2.2 .Alcaloïdes :

Ce sont des substances organiques azotées d'origine végétale, de caractère alcalin et de structure complexe (noyau hétérocyclique), on les trouve dans plusieurs familles des plantes, la plupart des alcaloïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool et ont un goût amer et certains sont fortement toxiques (**WICHTL et ANTON, 2009**).

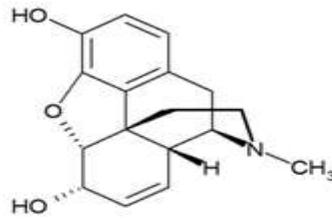
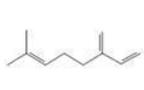
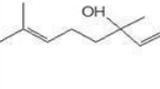
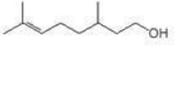
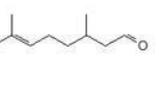


Figure 02: Exemple d'alcaloïde la morphine (OSBOURN et LANZOTTI, 2009).

Certains alcaloïdes sont utilisés comme moyen de défense contre les infections microbiennes (nicotine, caféine, morphine, lupinine) (HOPKINS, 2003). Des anticancéreuses (vincristine et la vinblastine) (ISERIN et al., 2001).

II.2.2.3. Les terpènes et les terpénoïdes:

Environ 30 000 terpènes ont été décrits dans la littérature (Connolly and Hill, 1991; Pinder, 1960). Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'unités isopréniques à 5 atomes de carbone (C₅H₈) (figures 3). Ils sont subdivisés selon le nombre d'unités isoprène en monoterpène formés de deux isoprènes (C₁₀H₁₆), sesquiterpènes, formés de trois isoprènes (C₁₅H₂₄), diterpènes, formés de quatre isoprènes (C₂₀H₃₂), tétraterpènes, huit isoprènes qui conduisent aux caroténoïdes, et polyterpènes (C₅H₈)_n où n peut être de 9 à 30 (Hernandez Ochoa, 2005). Les terpénoïdes (Figure 4) sont les terpènes dérivés des composés ayant un ou plusieurs groupes chimiques fonctionnels (alcool, aldéhyde, cétone, acide, ...).

Monoterpenes				
	β-myrcene Acyclic hydrocarbone	Limonene Cyclic hydrocarbone	α-phelladrene Cyclic hydrocarbone	α-terpinene Cyclic hydrocarbone
				
	α-pinene Bicyclic hydrocarbone	β-pinene Bicyclic hydrocarbone	Camphene Bicyclic hydrocarbone	β-pinene Bicyclic hydrocarbone
				
	Linalool Acyclic Alcohol	Nerol Acyclic Alcohol	Citronellool Acyclic Alcohol	Carvacrol Phenol
				
Tymol Phenol	Citronellal Acyclic Aldehyde	Carvone ketone	α-thujone ketone	

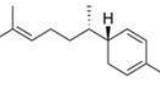
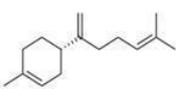
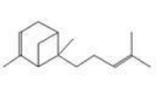
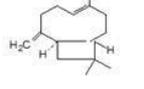
Sesquiterpenes				
	Zingiberene Monocyclic hydrocarbone	Humulene Monocyclic hydrocarbone	β-bisabolene Monocyclic hydrocarbone	Ar curcumene Monocyclic hydrocarbone
				
	Trans α-bergamotene Monocyclic hydrocarbone	δ-Cadinene Bicyclic hydrocarbone	Caryophyllene Bicyclic hydrocarbone	Germacrene Bicyclic hydrocarbone

Figure 3: Structure de quelquesterpènes

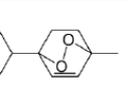
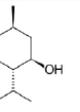
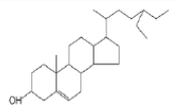
Terpénoides				
	Ascaridol Bicyclic peroxyde	Menthol Alcohol	Sistostérol Alcohol	Beta-carotene Bicyclic hydrocarbone

Figure 4: Structure de quelquesterpénoides

II.2.2.4 Les composés aromatiques :

Les composés aromatiques (Figure 5) sont des dérivés du phénylpropane. Ils sont moins abondants que les terpènes. Deux classes de composés aromatiques peuvent être distinguées:

Les composés substitués sur le noyau de benzène et les dérivés dans lesquels le substituant est directement attaché au cycle benzénique de la chaîne latérale des composés substitués.

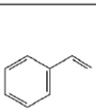
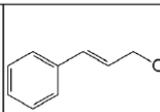
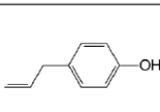
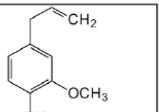
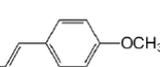
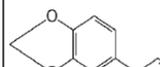
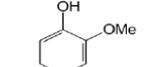
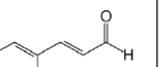
Composés Aromatiques				
	Styrene benzene	Cinnamyl alcohol alcohol	Charvicol phenol	Eugenol phenol
				
	Anethol Methoxy derivative	Safrol Methylene dioxy compound	Vaniline Phenol	Cinnamaldehyde phenol

Figure 05: Structures de quelques composés aromatiques

II.2.2.5.Saponosides:

Le terme saponosides est dérivé de mot savon, sont des terpènes glycosylés comme ils peuvent aussi se trouver sous forme aglycones, ils ont un goût amer et acre (HOPKINS, 2003). Ils existent sous deux formes, les stéroïdes et les terpénoïdes (ISERIN et al., 2001).

II.2.2.6 .Huiles essentielles:

Ce sont des molécules à noyau aromatique et caractère volatil offrant à la plante une odeur caractéristique et on les trouve dans les organes sécréteurs (ISERIN et al., 2001). Jouent un rôle de protection des plantes contre un excès de lumière et attirer les insectes pollinisateurs (Dunstan et al., 2013).

Elles sont utilisées pour soigner des maladies inflammatoires telles que les allergies, l'eczéma, favorisent l'expulsion des gaz intestinaux comme les fleurs fraîches ou séchées de la plante "camomille" (ISERIN et al., 2001).

L'obtention des HEs à partir du matériel végétal est généralement réalisée par distillation, une technique développée par les Arabes en moyen âge (Bakkali et al., 2008). En effet, l'hydrodistillation des HEs est utilisée à ce jour tant que la méthode recommandée par la pharmacopée européenne (European-Pharmacopoeia, 2005).

D'autres techniques sont également appliquées pour l'extraction des HEs telles que l'enfleurage (Eltz et al., 2007), l'extraction par fluide supercritique (Moyler, 1993) et l'extraction aux microondes sans solvant (Lucchesi et al., 2004).

D'autre part, l'obtention des HEs par les différentes techniques est influencée par le séchage du matériel végétal. L'effet du séchage sur les HEs a été bien discuté dans plusieurs travaux publiés (Okoh et al., 2008; Figiel et al., 2010; Al-Jaber et al., 2012).

Généralement, le séchage des plantes aromatiques affecte significativement le rendement ainsi que les activités biologiques de leurs HEs (Benbelaïd et al., 2013).

II.2.2.7. Localisation et rôles des huiles essentielles chez les végétaux :

La teneur des plantes en huiles essentielles est généralement faible, de l'ordre de 1 % (Guignard, 1995).

Les huiles essentielles sont largement répandues chez les végétaux supérieurs. Elles peuvent être stockées dans tous les organes, les sommités fleuries, les feuilles, les rhizomes, les fruits, les écorces et les graines.

Les huiles essentielles permettent aux plantes de s'adapter à leur environnement et à assurer leur défense. En effet, étant fixées au sol elles n'ont que les composés chimiques issus du métabolisme secondaire, stockés à l'endroit où ils seront le plus utiles comme arme de défense contre les parasites et les prédateurs. Les plantes possédant ces composés toxiques, qualifiés de phagoterrants ou d'inappétants, sont moins consommées (Houël, 2011).

De façon générale, les terpénoïdes jouent un rôle fondamental dans les interactions entre les organismes vivants, permettant par exemple à une plante d'attirer les pollinisateurs, ou les prédateurs ou les parasitoïdes des herbivores venant l'attaquer (Gerhenson et Dudarveva, 2007 ; Unsicker et Kunert, 2009). C'est en particulier ce dernier rôle qui donne toute son importance à une stratégie bioinspirée de recherche de composés antifongiques, antibactériens ou bioinsecticides parmi les métabolites secondaires, et en particulier les huiles essentielles (De Figueiredo et al., 2008).

II.2.2.8. Applications des huiles essentielles :

II.2.2.8.1. En agroalimentaire :

En industrie alimentaire, la conservation des aliments sans touché leurs qualités organoleptiques est un objectif clé. Les HEs sont actuellement valorisées en industrie agroalimentaire due à leur activité antimicrobienne vis-à-vis des microorganismes d'altération et les principaux pathogènes, notamment *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella dysenteria*, *Bacillus cereus* et *Staphylococcus aureus* (Burt, 2004). D'un autre côté, les HEs sont également utilisées en agroalimentaire comme des exhausteurs de saveurs (Brud, 2010).

II.2.2.8.2. Encosmétique :

Avant la mise en évidence de leurs propriétés médicinales, les HEs ont été largement exploitées en industrie cosmétique grâce à leurs caractères organoleptiques, principalement leur odeur agréable et persistante. Cette propriété aromatique est attribuée à l'ensemble de molécules volatiles issues des plantes aromatiques. En outre, le potentiel aromatisant des HEs est également appliqué dans des produits pharmaceutiques, notamment dans les solutions et lotions de l'hygiène buccodentaire telles que les dentifrices et les bains de bouche (Brud, 2010). L'utilisation des HEs dans des produits cosmétiques, telles que les crèmes et les gels,

est non seulement dans le but de les parfumer, mais aussi pour la conservation de ces produits.

II.2.2.8.3. En dentisterie:

Grâce à leurs propriétés aromatisantes et antiseptiques, les HEs ont été largement utilisées dans les bains de bouche conçus pour l'hygiène bucco-dentaire. Les préparations à base de Thymol, d'Eucalyptol et du Menthol sont parmi les plus utilisées depuis longtemps dans le monde, surtout aux États-Unis. Cependant, c'est juste en 1987 que les bains de bouche préparés à base d'HEs ont été approuvés par l'association dentaire américaine (ADA), attribuer à leur efficacité antimicrobienne et leur sûreté (Stoeken et al., 2007). Parmi les bains de bouche les plus connus au monde, on donne l'exemple de la Listerine® qui est une solution constituée d'HE de Thymol et d'Eucalyptol utilisée pour le lavage de la cavité orale et les dents (Kato et al., 1990).

II.2.2.9. Les techniques d'extraction des huiles essentielles:

II.2.2.9.1. Extraction par Hydrodistillation:

Elle est de loin le procédé le plus répandu, car il convient à la majorité des plantes c'est la méthode normale pour l'extraction d'une huile essentielle, ainsi que pour le contrôle de qualité.

Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un bain d'eau. L'ensemble est ensuite porté à ébullition généralement à pression atmosphérique, et comme les HE sont insolubles dans l'eau mais solubles dans la vapeur, lorsqu'on envoie de la vapeur d'eau sur la plante, elle se charge au passage des huiles (Fasty, 2007).

La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azeotropique. Sachant que la température d'ébullition d'un mélange est atteinte lorsque la somme des tensions de vapeur de chacun des constituants est égale à la pression d'évaporation, elle est donc inférieure à chacun des points d'ébullition des substances pures. Ainsi le mélange azeotropique « eau + huile essentielle » distille à une température égale 100°C à pression atmosphérique alors

que les températures d'ébullition des composés aromatiques sont pour la plupart très élevées, la vapeur d'eau ainsi saturée de ces essences est envoyée dans un compartiment pour y refroidir. Là, la vapeur redevient donc liquide et les huiles s'émulsionnent (elles flottent à la surface). On les récupère alors par décantation

(Franchomme, 1990).

II.2.2.9.2. Entraînement à la vapeur d'eau :

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. À la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter.

Le but de cette méthode est d'emporter avec la vapeur d'eau les constituants volatils des produits bruts. La vapeur détruit la structure des cellules végétales, libère les molécules contenues et entraîne les plus volatiles en les séparant du substrat cellulosique. La vapeur, chargée de l'essence de la matière première distillée, se condense dans le serpentin de l'alambic avant d'être récupérée dans un essencier (vase de décantation pour les huiles essentielles). Les parties insolubles dans l'eau de condensation sont décantées pour donner l'huile essentielle. La partie contenant les composés hydrosolubles est appelée eau de distillation (ou hydrolat ou eau florale). On recueille alors un mélange de composition définie de ces deux produits (Dastmalchi et al., 2008).

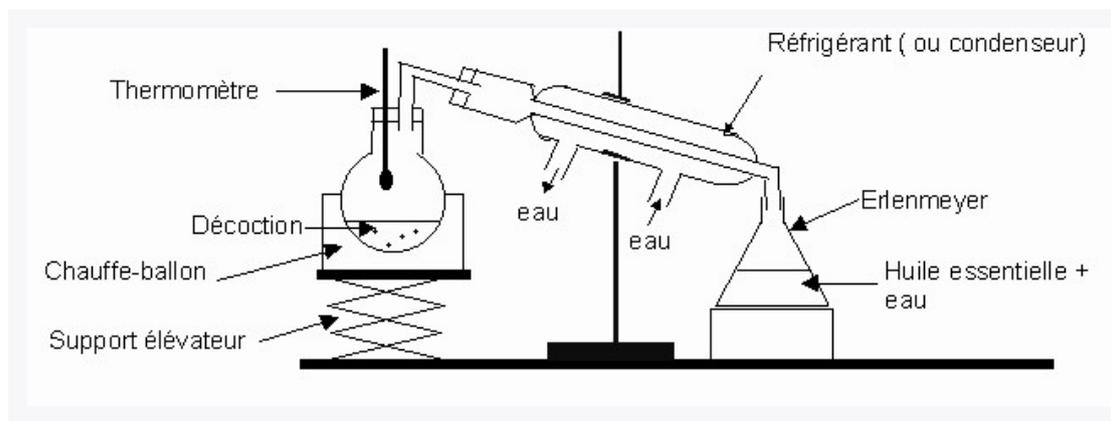


Figure 06 : La distillation par entraînement à la vapeur

II.2.2.9.3. L'expression à froid :

L'extraction par pression à froid, est souvent utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes. Son principe consiste à rompre mécaniquement les poches à essence. L'huile essentielle est séparée par décantation ou centrifugation. D'autres machines rompent les poches par dépression et recueillent directement l'huile essentielle, ce qui évite les dégradations liées à l'action de l'eau (Chaintreau et al., 2003).

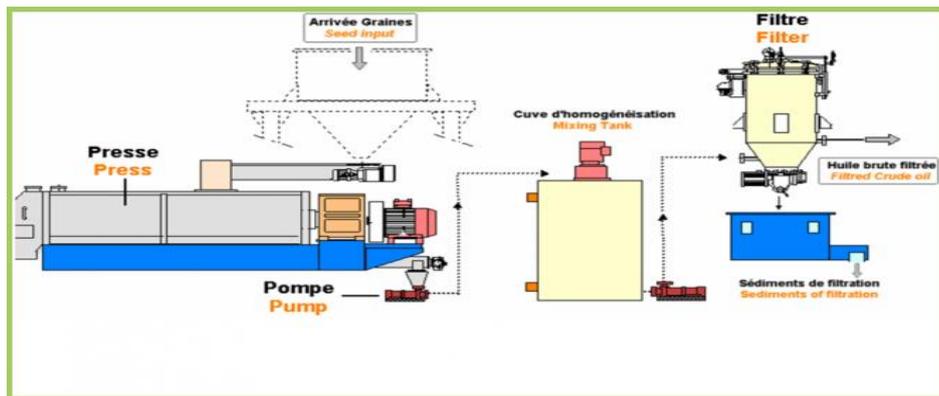


Figure 07: extraction par pression à froid ou expression

II.2.2.9.4. Extraction au CO₂ supercritique :

L'originalité de cette technique d'extraction réside dans le type de solvant employé: le CO₂ supercritique. Au-delà du point critique (P = 73,8 bars et T = 31,1 °C), le CO₂ possède des propriétés intermédiaires entre celles des liquides et celles des gaz qui lui confère un bon pouvoir d'extraction, qui plus est, facilement modulable en jouant sur les conditions de température et de pression. Cette technique présente énormément d'avantages. Tout d'abord, le CO₂ supercritique est un solvant idéal puisqu'il est naturel, inerte chimiquement, ininflammable, non toxique, sélectif, aisément disponible et peu coûteux. De plus, il s'élimine facilement de l'extrait sans laisser de résidus. Outre ces avantages, le principal point fort est la qualité irréprochable de l'extrait puisqu'aucun réarrangement ne s'opère lors du processus. Son unique point faible est le coût très élevé de son installation (Pellerin, 2001).

En jouant sur les conditions de température et de pression, il est possible de rendre l'extraction plus sélective aux composés odorants et ainsi obtenir des extraits de

composition tout à fait semblable aux huiles essentielles, non chargés en molécules non volatiles.

Ainsi, la température et la pression à ne pas dépasser pour extraire uniquement les principes volatils est 60 °C et 60 bars (**Richard H, 1992**).

Cette technique est aujourd'hui considérée comme la plus prometteuse car elle fournit des extraits volatils de très haute qualité et qui respecterait intégralement l'essence originelle de la plante (**Wenqtang et al., 2007**).

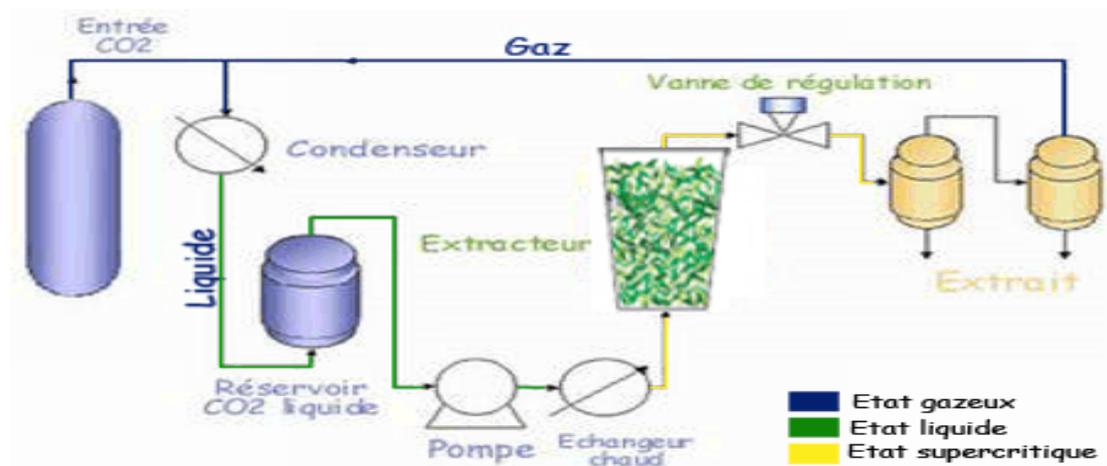


Figure 08: *d'extraction au CO2 supercritique*

II.2.2.9.5. Extraction aux solvants organiques :

La méthode de cette extraction est basée sur le fait que les essences aromatiques sont solubles dans la plupart des solvants organiques. L'extraction se fait dans des extracteurs de construction variée. Le procédé consiste à épuiser le matériel végétal par un solvant à bas point d'ébullition qui par la suite, sera éliminé par distillation sous pression réduite.

L'évaporation du solvant donne un mélange odorant de consistance pâteuse dont l'huile est extraite par l'alcool. L'extraction par les solvants et leur manque de sélectivité peuvent entraîner de ce fait de nombreuses substances lipophiles (huiles fixes, phospholipides, caroténoïdes, cires, coumarines...) dans le mélange pâteux et imposer par conséquent une purification ultérieure (**Shellie et al, 2004**).

Le solvant choisi, en plus d'être autorisé, devra posséder une certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'oxygène. Sa température d'ébullition sera de préférence basse afin de faciliter son élimination, et il ne devra pas réagir chimiquement avec l'extrait (Wan et al., 1995).

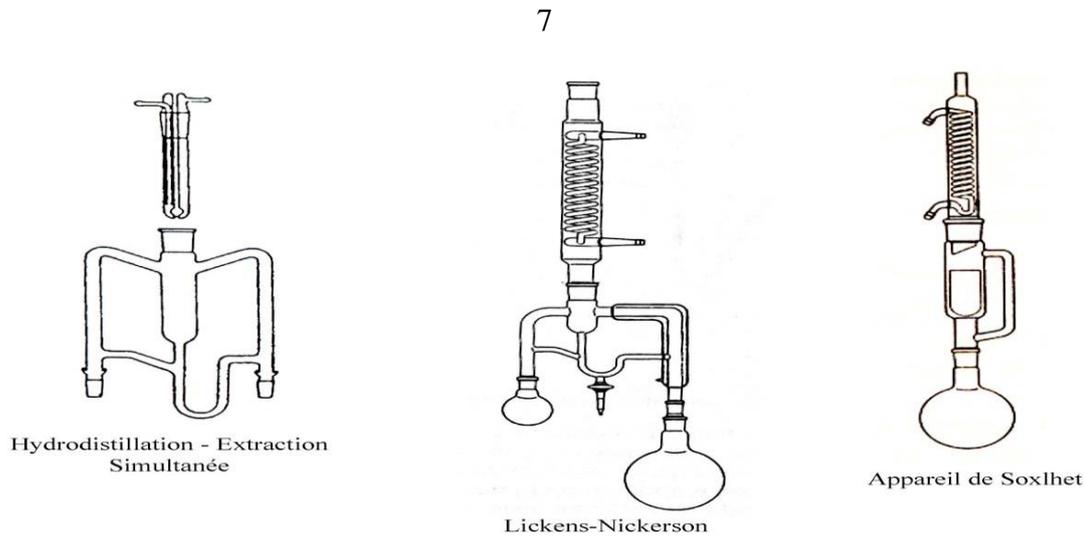


Figure 09: Les différents types d'extraction par solvants volatils

II.2.2.9.6. Hydodistillation par micro-ondes sous vid:

L'extraction sans solvant assistée par micro-ondes (Solvent Free Microwave Extraction ou SFME) a été conçue pour des applications en laboratoire pour l'extraction d'huiles essentielles de plantes aromatiques (Chemat et al., 2004). Cette technologie est une combinaison de chauffage micro-ondes et d'une distillation à la pression atmosphérique.

Basée sur un principe relativement simple, cette méthode consiste à placer le matériel végétal dans un réacteur micro-ondes, sans ajout de solvant organique ou d'eau. Le chauffage de l'eau contenue dans la plante, permet la rupture des glandes renfermant l'huile essentielle. Cette étape libère l'huile essentielle qui est ensuite entraînée par la vapeur d'eau produite par le végétal. Un système de refroidissement à l'extérieur du four micro-ondes permet la condensation du distillat, composé d'eau et d'huile essentielle, par la suite facilement separable par simple decantation. D'un point de vue qualitatif et quantitatif, le procédé SFME semble être plus compétitif et économique que les méthodes classiques telles que

l'hydrodistillation ou l'entraînement à la vapeur (Lucchesi et al., 2004a, Lucchesi et al., 2004b).

La composition de l'huile essentielle obtenue par ce procédé est bien souvent semblable à celle obtenue avec un procédé d'entraînement à la vapeur traditionnel.

Toutefois, une plus grande proportion de composés oxygénés est généralement observée dans les huiles essentielles extraites par microondes.

Ceci est dû à la faible quantité d'eau présente dans le système et à la rapidité du processus de chauffage. Ainsi, les dégradations thermiques et hydrolytiques des composés oxygénés sont limitées (Bendahou et al., 2007, Lucchesi et al., 2007). Cette technique présente donc beaucoup d'avantages: technologie verte, économie d'énergie et de temps, investissement initial réduit et dégradations thermiques et hydrolytiques minimisées (Lucchesi et al., 2004a).

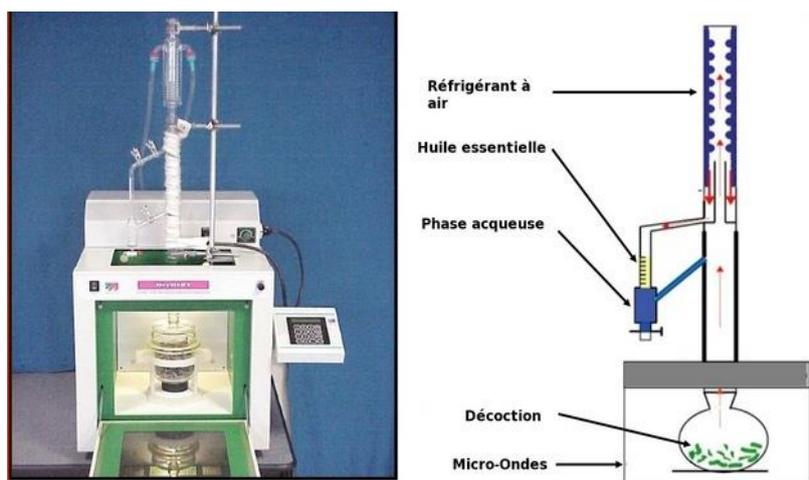


Figure 10: d'un montage d'hydro-diffusion assistée par micro-ondes

II.2.2.9.7. L'enfleurage:

La procédure met à profit la liposolubilité des composés odorants des végétaux dans les corps gras et qui permet l'exploitation des organes fragiles. Le matériel végétal est mis en contact avec des graisses, ces dernières ayant une forte affinité avec les composés odorants, cette méthode peut être réalisée à froid ou à chaud, et on obtient ainsi des absolues de pommade (Lardry et Haberkorn, 2007).

II.2.2.9.7.1. L'enfleurage à froid:

Ce processus d'extraction, n'est plus trop utilisé, est réservé aux huiles florales de très grande qualité.

Les senteurs particulièrement délicates peuvent également être capturées par enfleurage dans de la graisse froide. Pour ce faire, le mieux est de suspendre simplement les plantes dans un linge immergé dans de l'huile froide et de changer celui-ci après 12 à 24 heures. Pour pouvoir utiliser la fragrance à la fin, il convient de la délayer de la graisse avec de l'alcool puis de distiller finalement cet alcool selon ses besoins afin de concentrer davantage la senteur.

L'enfleurage constitue en quelque sorte la part royale dans le domaine de la confection de parfums, car il permet également de préserver des senteurs particulièrement délicates dans leur haute qualité et leur pureté. La macération dans l'alcool est sensiblement plus simple et moins dispendieuse ; toutefois, cette méthode n'est rien comparable à l'extraction des senteurs par enfleurage au niveau de la qualité (Möller, 2008).

II.2.2.9.7.2. L'enfleurage à chaud:

Alternativement à la macération, il est également possible de procéder par l'enfleurage à chaud dans la graisse. Pour cela, il convient de chauffer une graisse animale clarifiée (à défaut de la vaseline ou de la paraffine, substances plus modernes) dans une chaudière en cuivre à 60 degrés. Les plantes y sont incorporées et trempées pendant 12 à 24 heures. Afin d'obtenir un résultat de qualité, il faut pressurer les plantes et remplir de nouveau la chaudière. Ce processus est répété autant de fois que nécessaire pour assurer le passage d'un maximum d'arômes dans la graisse. Ensuite une opération de filtration est nécessaire pour séparer la graisse des fleurs. Une pâte parfumée appelée « pommade » qui va être traitée avec la même technique d'extraction que pour un enfleurage à froid (Möller, 2008).

III. Methodes d'identification des huiles essentielles :

III.1. La Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG) :

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est une méthode d'analyse par séparation qui s'applique aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition. La CPG est la technique usuelle dans l'analyse des huiles essentielles. Elle permet d'opérer la séparation de composés volatils de mélanges complexes et une analyse quantitative des résultats à partir d'un volume d'injection réduit (**Arpino et al., 1995**). La CPG est aussi une méthode d'analyse. En effet, les temps de rétention peuvent donner une information sur la nature des molécules et les aires des pics fournissent une quantification relative. Depuis peu de temps, la quantification relative par CPG est remise en cause. En effet, l'utilisation des détecteurs les plus répandus à ionisation de flamme (DIF) et/ou de spectrométrie de masse (DSM), ne donnent pas un facteur de réponse unique. Pour certaines familles de composés chimiques, il peut y avoir une erreur relative pouvant atteindre 60%. En effet, le squelette et surtout la composition élémentaire des constituants organiques influent sur le facteur de réponse. Ainsi des méthodes de quantification réelle avec étalons interne et externe qui sont quasiment les seuls utilisés aujourd'hui et développées pour répondre aux exigences de la pharmacie, la cosmétique, l'agro-alimentaire et surtout le domaine de la recherche scientifique (**Bicchi et al., 2008**).

Pour chacun des composés, deux indices de rétention polaire et apolaire, peuvent être obtenus. Ils sont calculés à partir des temps de rétention d'une gamme étalon d'alcane ou plus rarement d'esters méthyliques linéaires, à température programmée (indice de rétention) (**Lawrencet, 2000**).

III.2. Le couplage Chromatographie en Phase Gazeuse/Spectrométrie de Masse (CPG/SM) :

D'un point de vue analytique, d'importants progrès ont été réalisés en couplant la CPG avec des appareils tels que le spectromètre de masse (SM). La CPG couplée à la SM est la technique de routine la plus utilisée pour l'analyse des huiles essentielles. Le principe de la spectrométrie de masse consiste à bombarder à l'aide d'électrons une molécule qui sera fragmentée; les différents fragments obtenus, chargés positivement, constituent le spectre de masse de cette molécule. Très souvent, le spectre de masse est caractéristique d'une molécule donnée et, en théorie, il est donc possible d'identifier un composé en comparant son spectre à ceux de composés de référence, contenu dans des bibliothèques de spectres informatisées commerciales (Adams, 2001).

Dans la pratique, l'utilisation conjointe de la spectrométrie de masse (utilisation conjointe de banques laboratoire et littérature) et des indices de rétention calculés sur deux colonnes de polarité différente en CPG, permet, en général l'identification d'un grand nombre de constituants dans les mélanges complexes tels que les huiles essentielles (Lianga et al., 2004; Senatore et al., 2004).

Il existe d'autres méthodes d'analyse, qui ont pour objet l'identification qualitative et quantitative, des différents constituants d'une huile essentielle on cite : l'HPLC, l'RMN, l'IR.

III.3. Chromatographie en phase gazeuse couplée à l'olfactométrie (CPG/O) :

Les huiles essentielles obtenues renferment très souvent des centaines de composés volatils. Le couplage CPG/O combine la séparation des composés volatils par CPG avec l'évaluation olfactive. En sortie de colonne, une partie des composés élués est envoyée vers un cône de détection nasale qui permet l'évaluation olfactive en même temps que l'enregistrement du chromatogramme.

Tous les types de détecteurs peuvent être utilisés en parallèle au port d'olfaction, mais ce sont les détecteurs FID ou de masse qui sont les plus fréquemment utilisés.

Afin d'éviter l'inconfort dû aux effluents chauds et la déshydratation de la muqueuse nasale qui conduit à une perte de sensibilité, de l'air humide est ajouté en sortie de cône (Hanaoka et al., 2000). L'opérateur enregistre ses données olfactives grâce à divers dispositifs de saisie (bouton presseur, curseur, enregistrement vocal) reliés à un ordinateur. La CPG/O trouve de nombreuses applications tant en Recherche et Développement qu'en Contrôle Qualité.

En effet, un certain nombre de composés à odeurs négatives (off flavour) ne sont pas détectés par les instruments classiques. Dans ce cas, la CPG/O est un moyen très efficace pour les mettre en évidence grâce au faible seuil de perception du nez humain.

Deux types de données peuvent être obtenus lors d'une analyse CPG/O. Tout d'abord la sensation perçue par l'évaluateur qui est décrite à l'aide d'un descripteur et l'intensité de la perception.

III.4. Chromatographie en phase gazeuse monodimensionnelle:

La séparation et l'identification des constituants volatils d'un extrait présente bien moins d'alternatives que sa préparation. En effet, la CPG est la méthode de référence dans l'analyse des huiles essentielles et des COVs (Lehotay *et al.*, 2002) ; elle permet l'analyse de mélanges, qui peuvent être très complexes, de nature et de volatilité très variées (Arpino *et al.*, 1995).

III.5. Chromatographie en phase gazeuse à deux dimensions:

La chromatographie bidimensionnelle consiste à coupler deux colonnes de polarités différentes pour avoir une séparation parfaite. Cette méthode est appliquée aux mélanges complexes présentant de nombreuses co-élutions. Parmi les méthodes de chromatographie à deux dimensions, on distingue la méthode dite par piégeage « heart-cutting », notée CPG/CPG (Dunn *et al.*, 2004), de la chromatographie totale, notée GC×GC (Dugo *et al.*, 2005).

III.6. Spectrométrie de masse (SM) :

La SM permet l'identification et la quantification des composés. Il existe de nombreux types de SM ; tous ont en commun trois éléments :

Une source, un analyseur et un détecteur. La source est la partie du SM où sont produits des ions gazeux à partir des molécules introduites. En couplage avec la CPG,

où les composés sont élués arrivent au spectromètre à l'état gazeux, les sources utilisées sont dites à "Ionisation chimique (IC)" ou à "Ionisation électronique (IE)". La source est maintenue à une température élevée pour éviter la condensation des substances (Bouchonnet et Libong, 2004). Les ions sont ensuite dirigés vers la partie analytique de l'appareil. Dans le spectromètre, les ions sont séparés selon leur ration masse/charge", à l'aide d'un champ magnétique ou électrique (Besombes, 2008).

III.7. Chromatographie totale CPG-2D:

La chromatographie totale, ou chromatographie compréhensive GC×GC, permet d'étudier tous les composés élués de la première colonne sur la seconde, non pas comme la CPG-CPG où une fraction subit une séparation sur la deuxième colonne.

Elle a pour principe l'injection continue de petites fractions éluées de la première colonne dans la seconde (Beenset *al.*, 2005). Tout comme dans la CPG-CPG, on utilise deux colonnes de polarités différentes, la seconde ayant une dimension beaucoup plus faible (0,5 à 1,5 m, diamètre interne compris entre 0,1 et 0,25 mm, épaisseur de film de 0,1 µm) (Dallugeet *al.*, 2003). Ainsi, les différentes fractions sont analysées et conduisent chacune à de petits chromatogrammes. L'ensemble des chromatogrammes enregistrés au cours de l'analyse est représenté dans un diagramme à deux dimensions, communément nommé *contour plot*, sur lequel l'abondance des composés détectés est traduite par des couleurs variables. À l'heure actuelle, le seul détecteur de masse parfaitement adapté au couplage à la CPG-2D est le détecteur de masse à temps de vol (GC×GC/TOF-MS). Ce spectromètre possède la vitesse d'acquisition des spectres (> 500 Hz), autorisant l'enregistrement de 10 à 20 spectres par pic, nécessaire au couplage à la CPG-2D.

III.8. Couplage CPG/SM/SM:

Les nombreuses difficultés rencontrées lors de l'analyse de mélanges complexes selon les différentes techniques et méthodes connues ont conduit, récemment, à la mise au point de la spectrométrie de masse multidimensionnelle à double analyseur (SM/SM) ou à triple analyseur. Cette technique, souvent couplée à la CPG, a connu un développement rapide ces dernières années. Le principe consiste à sélectionner un ion issu de la première fragmentation afin de le fragmenter de nouveau. Les fragments de

l'ion secondaire constituent, alors le deuxième spectre de masse qui diffère selon l'origine de l'ion primaire. Souvent, le premier spectromètre de masse du couplage fonctionne en mode ionisation chimique et les suivants en mode impact électronique. Cette technique de couplage permettait de différencier les différents isomères d'un composé organique (Duval, 2012).

III.9. Chromatographie liquide sur colonne:

Les méthodes chromatographiques sont habituellement employées pour l'analyse et la séparation de très faibles quantités de produits, la chromatographie sur colonne peut être une méthode préparative, elle permet en effet la séparation des constituants d'un mélange et leur isolement, à partir d'échantillon dont la masse peut atteindre plusieurs grammes. Elle est adaptée à la purification de faibles quantités de produits, lorsque les conditions opératoires sont au point. Cependant, la méthode est empirique, sa mise au point nécessite souvent de nombreux essais (Joulain et König 2002).

III.10. Chromatographie liquide à haute performance (HPLC):

La chromatographie liquide à haute performance est indiquée pour étudier les constituants non volatils des concrètes et des absolues ou pour effectuer des préfractionnements. Elle peut être couplée également à un analyseur de masse. Cette technique utilise une phase stationnaire et une phase mobile liquide circulant sous l'effet d'une haute pression. Après la séparation des différents constituants de l'échantillon, un logiciel assure l'acquisition et le traitement des données (Bendif, 2017).

III.11. Les techniques d'identifications structurales:

L'analyse structurale nécessite la purification préalable du composé par des distillations fractionnées ou par différentes techniques chromatographiques (CCM, CC, HPLC, CGP) permettant d'obtenir une quantité suffisante de produit pur afin de réaliser une étude spectroscopique complète par Spectrométrie de masse (SM), Infra-Rouge par Transformée de Fourier (IRTF), Ultra-Violet (UV) et Résonance Magnétique Nucléaire (RMN-1H et RMN-13C, RMN bidimensionnelle). A

partir de la combinaison de ces méthodes complémentaires, il est possible d'établir avec une certitude suffisante la structure de la molécule du constituant inconnu. Parmi toutes ces techniques spectroscopiques :

***RMN :**

La RMN est la technique de choix pour la caractérisation des molécules organiques ; elle permet l'accès à des informations concernant le squelette et la fonctionnalisation des molécules.

La RMN bidimensionnelle avec l'enregistrement de spectres à deux dimensions (10-13) c'est-à-dire des spectres de corrélation proton-proton (COSY et NOESY) et proton-carbone (XHCORR, HMQC et HMBC), permet de mettre en évidence des interactions (directes ou indirectes) entre les noyaux et fournit des renseignements très précis sur la structure moléculaire. Enfin, les spectres de corrélation carbone-carbone (INADEQUATE) permettent de construire pas à pas le squelette carboné de la molécule. Cependant, leur enregistrement nécessite une quantité de produit importante, ce qui limite l'utilisation de cette technique (Paolini, 2005).

***Infrarouge:**

L'infrarouge analytique met à profit la plage des radiations électromagnétiques comprise entre 1 et 50 μm pour identifier ou doser des composés par des procédés basés sur l'absorption ou la réflexion de la lumière par l'échantillon. Cette bande spectrale est divisée en proche infrarouge (de 1 à 2,5 μm) et en moyen infrarouge (2,5-50). Bien que le domaine du proche infrarouge soit pauvre en absorptions spécifiques, il a pris une grande importance dans les laboratoires de contrôle comme moyen d'analyse quantitative. Le domaine du moyen infrarouge est, par contre, plus riche en information sur les structures des composés examinés. De ce fait, il est très utilisé comme procédé non destructif pour identifier les composés moléculaires organiques dont il permet de garder une sorte d'empreinte. La spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier, qui complète la méthode dispersive initiale, offre de nombreuses possibilités de traitement des spectres et permet des applications dans l'analyse de microéchantillons structures (microanalyse infrarouge). Les chercheurs ont appliqué tout récemment la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier

(FT-IR) afin d'examiner les structures moléculaires et les interactions des lipides polymorphiques. La spectroscopie Moyen Infrarouge a suscité un intérêt croissant dans l'étude de différents groupes d'aliments et la spectroscopie infrarouge a transformé de Fourier revêt une importance capitale comme outil de contrôle de la qualité quantitatif pour l'industrie agroalimentaire. Cette technique est utilisée dans la cas précis d'un échantillon qui ne transmet qu'une faible radiation infrarouge ou bien lorsque le protocole de préparation de l'échantillon est lourd et difficile à mettre en oeuvre par le biais des méthodes classiques ou encore lorsqu'on est appelé à analyser l'échantillon sans de modifications (**Rouessac et Rouessac, 2004**).

IV. Activités biologique des huiles essentielles :

Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie : l'aromathérapie.

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses, cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants tant qu'agents antimicrobiens à large spectre (**Ferhat et al, 2009**).

IV.1 Activité antimicrobienne

Un microbe, ou micro-organisme, fait partie d'un groupe large et extrêmement divers d'organismes. Ces organismes sont regroupés sur la base d'une seule propriété : ils sont si petits qu'ils ne peuvent être visualisés sans l'aide d'un microscope. Les microbes sont indispensables à la vie. Parmi leurs nombreux rôles, ils sont nécessaires au cycle géochimique et la fertilité de sols. Ils sont utilisés pour produire des aliments ainsi que des composants pharmaceutiques et industriels. D'un autre côté, ils peuvent être la cause de nombreuses maladies végétales et animales et des contaminations alimentaires. Enfin les microbes sont largement utilisés dans les laboratoires de recherche pour étudier les processus cellulaires (**Nicklin et al., 2000**).

La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents

peut entraîner la sélection de souches multiresistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers la découverte de nouvelles voies qui constituent une source d'inspiration de nouveaux médicaments à base des plantes (Billing et Sherman, 1998).

IV.1.1 Notion du bactériostatique et du bactéricide:

Quand l'ATB inhibe seulement la croissance des bactéries, on parle ici de l'effet bactériostatique, mais lorsqu'il provoque la mort des bactéries on parle de l'effet bactéricide (Haddouchi et al., 1999).

IV.1.1.1. L'effet bactériostatique:

C'est une activité bactérienne au cours de laquelle il ne se manifeste aucune destruction bactérienne, on remarque une inhibition de la croissance bactérienne, croissance qui reprend dès que la substance disparaît.

En limitant la croissance bactérienne, la molécule permet aux défenses naturelles de l'organisme d'être en jeu sans être dépassées.

L'effet bactériostatique d'une molécule est évalué par la concentration minimale inhibitrice.

Pour une souche donnée, la CMI est la plus faible concentration inhibitrice d'antibiotique pour laquelle il n'y a plus des germes microbiens visibles (Muanda, 2010).

IV.1.1.2. L'effet bactéricide:

C'est un effet qui se manifeste par une accélération de la mort des bactéries aux concentrations d'ATB utilisées *in vivo* ou *in vitro*; s'il persiste moins de 0,01% de survivants après 18 h de culture (Muanda, 2010).

IV.1.2. Facteurs influençant l'activité antimicrobienne des huiles essentielles:

L'efficacité antimicrobienne des huiles essentielles dépend de deux principaux paramètres :

L'huile essentielle et sa composition chimique d'une part, et le microorganisme (type, structure...) d'autre part. **(Hammer et al., 1999 ; Deans et Ritchie, 1987).**

IV.1.2.1. Toxicité :

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque. Comme tous les produits naturels : "ce n'est pas parce que c'est naturel que ce soit sans danger pour l'organisme". Les huiles essentielles contenant surtout des phénols et des aldéhydes peuvent irriter la peau, les yeux et les muqueuses. Notamment les huiles de: Cannelle de Ceylan, Basilic exotique, Menthe, Clou de girofle, Niaouli, Thym à thymol, Marjolaine, Sarriette, Lemon-grass. De plus, certaines huiles essentielles peuvent provoquer des réactions cutanées allergiques **(Meynadier et al, 1997)**. C'est en particulier le cas des huiles essentielles suivantes : la cannelle de Ceylan, la menthe, la Listée, la mélisse, le pin, ou la mousse de chêne.

La proportion de la population développant des allergies cutanées dues aux parfums est en Augmentation car l'utilisation de parfums et de produits parfumés **(Hayakawa, 1987)** ne cessent d'augmenter. Il a été démontré que les allergènes présents dans l'air jouent un rôle évident dans La formation d'eczéma, soit par inhalation, soit par contact cutané **(Schnuch, 2006)**.

Les huiles essentielles qui sont utilisées en parfumerie peuvent se comporter comme irritant des muqueuses respiratoires et favoriser le déclenchement de crises d'asthmes pour les asthmatiques (comme par exemple les sprays désodorisants **(Elberling et al, 2007)**). Les cétones et dans une moindre mesure les lactones sont neurotoxiques (romarin, sarriette, cèdre, camphre, thuya, aneth, hysope).

IV.2. Activité antioxydante:

Le pouvoir antioxydant de ces huiles est développé comme substitut dans la conservation alimentaire. Ce sont surtout les phénols et les poly phénols qui sont responsables de ce pouvoir. **(Laib, 2011)**.

V.2.1. Les antioxydants :

Les antioxydants sont des substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme et permettent de maintenir au niveau de la cellule des concentrations non cytotoxiques de ROS. Notre organisme réagit donc de façon constante à cette production permanente de radicaux libres et on distingue au niveau des cellules deux lignes de défense inégalement puissantes pour détoxifier la cellule. (Harrar, 2012)

IV.2.1.1. Les antioxydants endogènes (enzymatiques):

Ce sont des enzymes ou protéines antioxydantes (Superoxyde dismutase, Catalase et Glutathion peroxydase) élaborées par notre organisme avec l'aide de certains minéraux. Elles sont présentes en permanence dans l'organisme mais leur quantité diminue avec l'âge (Mika et al., 2004).

- **La superoxyde dismutase (SOD) :** accélère la dismutation de l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène, il existe plusieurs isoenzymes de SOD ; SOD ferreux (Fe-SOD), SOD à cuivre (Cu-SOD) et SOD à manganèse (Mn-SOD)] (Piquet et Hebuterne, 2007).

- **La catalase:** présente en particulier dans les hématies et les peroxysomes hépatiques. Elle agit en synergie avec la SOD puisque son rôle est d'accélérer la dismutation du peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène moléculaire (Piquet et Hebuterne, 2007).

- **La glutathion peroxydase (GPx) :** La glutathion peroxydase joue un rôle très important dans la detoxification du peroxyde d'hydrogène, de l'hydroperoxyde résultant de l'oxydation du cholestérol ou des acides gras en couplant la réduction de ces dérivés réactifs avec l'oxydation de substrats réducteurs comme le glutathion (GSH) (Piquet et Hebuterne, 2007).

IV.2.1.2. Les antioxydants exogènes (non enzymatiques):

Les antioxydants exogènes, vu leur efficacité, leur faible coût et leur disponibilité, sont largement utilisés dans les aliments comme additifs dans le but de prévenir la rancidité. Cependant, leur sécurité est très discutée car ils génèrent un besoin de

recherche commémoratives de substitution d'après des sources naturelles comme antioxydants de la nourriture (Wang et al., 2003).

Plusieurs substances peuvent agir tant qu'antioxydants *in vivo* ont été proposés. Elles incluent : la vitamine E, l'acide ascorbique, le β -carotène, les flavonoïdes, les composés phénoliques. Elles peuvent stabiliser les membranes en diminuant leur perméabilité et elles ont également une capacité de lier les acides gras libres (Koechlin-Ramonatxo, 2006). Les sources alimentaires de ces antioxydants naturels sont présentées dans le **tableau 3**.

Tableau 03: Principaux antioxydants non enzymatiques et sources alimentaires associées (Koechlin-Ramonatxo, 2006).

Principaux nutriments	Sources alimentaires
Antioxydants	
Vitamine C	Agrumes, melon, brocoli, fraise, kiwi, chou, poivron
Vitamine E	Huile : de tournesol, de soja, de maïs Beurre, oeufs, noix.
β-carotène	Légumes et fruits orangés, et vert foncés
Sélénium	Poissons, oeufs, viande, cereales, volaille
Zinc	Viande, pain complet, légumes verts, huîtres, produits Laitiers
Flavonoïdes	Fruits, légumes, thé vert
Acides phénoliques	Céréales complètes, baies, cerises
Tanins	Lentilles, thé, raisins, vin
Métabolisme de cystéine, glutathione	Caséine, Lactalbumine (petit-lait), produits laitiers Brocoli, chou oeufs, poissons, viande

IV.2.2. Antioxydants d'origine végétale :

Les caroténoïdes et les poly phénols constituent de vastes familles de composés (plusieurs centaines) parmi lesquels se trouvent le β-carotène, l'acide caféique et la quercétine. Les caroténoïdes et les poly phénols sont généralement de bons capteurs de radicaux hydroxyles ·OH et peroxyde les RO₂·. Ils sont donc susceptibles d'inhiber les chaînes de peroxydation lipidique, mais d'une manière moins efficace que celle de l'α-tocophérol. En outre, les caroténoïdes ont un

rôle spécifique de capteur d'oxygène O_2 ce qui leur permet d'exercer une protection vis-à-vis des dommages induits par les rayons ultraviolets de la lumière solaire. **(Boudjouref, 2011)**.

IV.3. Activité antifongique:

Dans le domaine phytosanitaire et agro-alimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant la denrée alimentaire.

Les huiles essentielles les plus étudiées dans la littérature pour leurs propriétés antifongiques appartiennent à la famille des Labiatae : thym, origan, lavande, menthe, romarin, sauge, etc... Etant donnée la grande complexité de la composition chémotypique des huiles essentielles, malgré de possibles synergies certains auteurs préfèrent étudier l'effet d'un composé isolé pour pouvoir ensuite le comparer à l'activité globale de l'huile. Ainsi l'activité fongistatique des composés aromatiques semble être liée à la présence de certaines fonctions chimiques. **(Laib, 2011).**

V. *Marrubium vulgare*:

V.1. Famille des Lamiacées:

La famille des Lamiacées est composée de près de 258 genres et 6970 espèces d'herbes, d'arbustes et d'arbres, à tige quadrangulaire et à inflorescences verticillées. Les feuilles sont généralement opposées ou verticillées, simples ou très rarement pennatiséquées ; il n'y a pas de stipule. Les fleurs sont bisexuées et zygomorphes, les inflorescences sont en cymes bipares puis unipares (Par manque de place). Le calice est synsépale, typiquement 5-mère, parfois bilabié et porte 5 à 15 nervures protubérantes. La corolle est sympétale et typiquement bilabiée, avec deux lobes formant une lèvre supérieure et trois lobes formant la lèvre inférieure. L'androcée peut consister soit en quatre étamines didynames, soit seulement deux étamines soudées au tube de la corolle ou à la zone périgyne et alternant avec les lobes. **(Guignard, 2001, Quezel et Santa, 1963).**

V.2. *Marrubium vulgare* L :

En Arab est connue par le nom Marrioua (Al kadi, 1989) Au Maroc est Merrîwt (Novak et al, 1966), un autre en Tunisie Marroubia (Bellakhdar, 1997), en français : Marrube blanc et en Anglais : Harehound, En Italien : Marrubio (Quezel et Santa, 1962, 1963).

V.3. Description morphologique:

Le marrube blanc est une plante herbacée vivace pouvant atteindre 80 cm de hauteur, à tige quadrangulaire cotonneuse. Les feuilles pétiolées, ovales ou arrondies, à limbe crénelé sur les bords sont blanchâtres et duveteux sur la face inférieure. Les fleurs petites, blanches, avec un calice à dents crochues sont groupées en verticilles globuleux à l'aisselle des feuilles.

Le fruit est un tétra-akène. Toute la plante dégage une odeur forte, sa saveur est âcre (qui irrite les organes du goût et de l'odorat) et amère (Aouadhi, 2010).

V.4. Répartition géographique :

Cette plante est commune dans toute l'Algérie et presque dans toute l'Europe en dehors de l'extrême Nord, Australie et New Zélande (Baba aissa, 1999).

Elle se trouve aussi au Maroc et en Tunisie, surtout en région méditerranéenne (Bonnier, 1990).

V.5. Utilisation traditionnelle :

Le marrube blanc est un prescriptif dans le traitement des difficultés respiratoires, des bronchites, des bronchectasies, des bronchites asthmatiformes des toux sèches et de la coqueluche. Il fluidifie les mucosités. La décoction est employée comme antidiabétique (Bellakhdar, 1997).

Le *Marrubium vulgare* est indiqué pour les dermatoses, eczéma chronique, hystérie (Valnet, 1983).

V.6. Classification botanique : Selon [APG III].

Tableau 04: Classification de *Marrubium vulgare*

Règne	Végétale
Embranchement	Angiosperme.
Classe	Eudicotylédones.
Sous-classe	Gamopétale.
Ordre	Lamiales.
Famille	Lamiacées.
Genre	<i>Marrubium</i> .
Espèce	<i>Marrubium vulgare</i> L.

VI. *Artemisia herba alba*:

Les noms donnés à la plante sont les suivants : en Algérie est connue par le nom Marriouth (Quezel et Santa, 1963), Merrîwt au Maroc (Bellakhdar, 1997), Marroubia en Tunisie (Boukef, 1986). En Anglais : Harehound, en Italien : Marrubio. Selon (Bonnier, 1909), le Marrube est composé de deux mots hébreux : mar, rob, sucamer.

Le genre *Artemisia*

Au sein de la famille des asteraceae on trouve un grand nombre de plantes différentes qui englobe l'armoise ou le genre *Artemisia* qui comprend plus de 400 espèces, réparties dans le monde (Bencheqrounet al., 2012 ; Ribnicky et al., 2004).

En petite échelle, Les Romains au premier siècle ont utilisé des capitules séchés obtenus à partir de plusieurs espèces du genre *Artemisia*, pour le traitement de la maladie causée par l'ascaris, l'enterobius, des infections du ver solitaire et il est devenu un élément important de la pharmacopée au début du 20^{ème} siècle (**Seddieket al., 2011**). Des espèces *Artemisia* ont été la source des remèdes (**Lim et al., 2013**), telles que l'*Artemisia absinthium*, l'*Artemisia Annua*, l'*Artemisia vulgaris* ou l'*Artemisia herba alba* Asso. qui sont incorporés dans les pharmacopées de plusieurs pays (**Bouldjadj, 2009**).

Le genre *Artemisia* contient l'artémisinine, une substance médicamenteuse contre la malaria isolée de la plante chinoise *Artemisia annua* (**Liu et al., 2009**), mais l'artémisinine qui est un lactone sesquiterpénique, n'est pas la seule composante médicamenteuse dans ce genre, il y a d'autres lactones sesquiterpéniques et des flavonoïdes qui sont utilisées avec un faible risque de toxicité sur les mammifères (**Squires et al., 2011**).

Avec d'autres espèces de ce genre, on trouve l'*Artemisia herba alba* Asso. qui est une plante utilisée en médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies.

VI.2. *Artemisia herba alba* Asso:

VI.2.1. classification botanique :

Tableau 05: Classification de l'armoise blanche

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophyta (Angiospermae)
Classe	Dicotyledones
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Genre	Artemisia
Espèce	<i>Artemisia herba alba</i> Asso. 1779 (synonyme: <i>Artemisia inculta</i> Del. (Qureshi <i>et al.</i> , 1990 ; El Rhaffari, 2008)

VI.3. Dénominations:

Nom en arabe: Chih (Benjlali et Richard, 1980 ; Al-Khazrajiet *al.*, 1993 ; Seddieket *al.*, 2011).

Nom tamazight: Ifsi (El Rhaffari, 2008).

Nom en français: Armoise blanche (El Rhaffari, 2008).

Nom en anglais: Desert wormwood ou white wormwood (Al-Khazrajiet *al.*, 1993 ; Seddieket *al.*, 2011 ; Abass, 2012).

VI.4. Description botanique

L'*Artemisia herba alba* Asso. est un arbuste à tige vivace (Kavishankaret *al.*, 2011 ; Al-Khazrajiet *al.*, 1993) de 30 - 60 cm de long (El Rhaffari, 2008), se caractérise par une odeur de thymol, avec de jeunes branches tomenteuses, les feuilles sont poilues, courtes, sessiles, verdâtre argentées et pennatilobées, les fleurs sont hermaphrodites jaunâtre rassemblées dans des petites capitules (comportant chacun de 3 à 8 fleurs)

sessiles et les bractées externes de l'involucre sont orbiculaires et pubescentes, les fruits sont des akènes (Ghrabi et Al-Rowaily, 2005).

VI.5. Habitat et repartition:

L'armoise blanche est une plante peuplant les steppes argileuses, pâturages rocaillieux et terreux des plateaux (El Rhaffari, 2008), on la trouve dans les régions où le climat est aride ou semi-aride comme les hautes plaines steppiques (Bouldjadj, 2009) d'Asie occidentale, l'Afrique du Nord (Tunisie, Maroc et Algérie) et en Espagne (Seddiek et al., 2011 ; Kavishankar et al., 2011 ; Hamza, 2011 ; Mighriet al., 2010 ; Al-Khazrajiet al., 1993). La variabilité intra-spécifique existante au sein de l'espèce *A. herba-alba* peut être d'origine géographique, génétique, saisonnière ou même écologique (sol, humidité, etc.) (Zaim et al., 2012).

VI.6. Utilisation de la plante:

L'armoise blanche possède une grande renommée dans la médecine traditionnelle (Benjilali et Richard, 1980), elle est largement utilisée dans la médecine populaire pour le traitement du diabète sucré, les recherches révèlent que l'administration orale de 0,39 g / kg de poids corporel de l'extrait aqueux des parties aériennes a produit une réduction significative du taux de glucose dans le sang (Al-Khazrajiet al., 1993 ; Iriadamet al., 2006 ; Ribnicky et al., 2004).

Hamza et ses collaborateurs (2011) trouvent que l'extrait hydro-alcoolique d'*Artemisia herba alba* avait aussi des effets anti-hypercholestérolémie et anti-hypertriglycéridémie. La plante pourrait constituer un bon adjuvant pour combattre l'obésité, le stress oxydatif (Abass, 2012) et considéré comme un anti-inflammatoire efficace (Qureshi et al., 1990).

Plusieurs chercheurs ont indiqué que *Artemisia herba alba* possède des activités anthelminthiques (Mighri et al., 2010; El Rhaffari, 2008 ; Al-Khazrajiet al., 1993). En outre, l'extrait aqueux et l'huile essentielle d'*A. herba alba* ont une activité antileishmanienne contre *Leishmania major* (Hatimiet al., 2000).

Dans plusieurs pays, l'infusion de l'armoise blanche est consommée comme diurétique, emménagogue, soulage les maux d'estomac, antiseptique intestinal, tonique, dépuratif,

traitement de la bronchite, les névralgies, antispasmodiques(El Rhaffari, 2008 ;Mighriet al.,2010 ; Seddieket al., 2011).

L'huileessentielle d'*A. herba-alba* nettement riche en composés non phénoliques a une faible capacité antioxydante, mais elle est très intéressante d'un point de vue pharmaceutique en raison de leurs propriétés antimicrobiennes en addition de l'extrait(Mighriet al.,2010 ; Al-Khazrajiet al., 1993), aussi l'huile des feuilles de la plante exerce une toxicité sur les adultes du bruché *Acanthoscelides obtectus* et la mite *Tineola bisselliella* ainsi entraîne une diminution de la fécondité de ces derniers(Taniet al., 2010).

Artemisia herba alba est une plante à une valeur nutritive, pastorale bénéfique pour maintenir un équilibre favorable de la microflore, la suppression des protozoaires, l'augmentation de l'absorption d'azote et de réduire la production de méthane(Gholamrezaieet al.,2013), mais la grande consommation de l'armoise blanche a un effet purgatif, en particulier sur les moutons, et peut causer la mort des jeunes agneaux(Ghrabi et Al-Rowaily, 2005).

VIII. *Thymus*:

VIII.1. Dénominations:

Nom: Thym.

Nom scientifique: *Thymus vulgaris*.

Parties utilisées: Feuilles, fleurs, Huiles essentielles rectifiées (sans substance irritantes).

Origine: Europe du sud.

Habitat: Originaire de l'ouest des régions méditerranéennes (Ozcan et Chalchat, 2004).

VIII.2. Description botanique:

Le thym est un sous-arbrisseau ramifié à tiges ligneuses, ne dépasse pas les 40 cm de hauteur, retrouvé un peu partout sur le pourtour Ouest du bassin méditerranéen, caractérisé par ses tiges portant de nombreuses petites feuilles pointues très odorantes, ses racines forment une touffe dense ce qui permet à la plante de pousser à l'ombre (Iserin, 2001)

VIII.3. Classification:

Tableau 07: La classification de *Thymus vulgaris*, selon Quézel, (1963) est la suivante :

Régne	<i>Plantae</i>
Sous-régne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Asteridae</i>
Ordre	<i>Lamiales</i>
Famille	<i>Lamiaceae</i>
Genre	<i>Thymus</i>
Espèce	<i>Thymus vulgaris</i>

VIII.4. Propriétés médicinales:

Le Thym est excellent contre plusieurs maladies y compris la bronchite, la pleurésie, les déficiences nerveuses, l'hypotension, la chlorose, les infections pulmonaires, la tuberculose et l'asthme. On s'en sert aussi pour traiter les parasites intestinaux, les infections urinaires et les infections dues au froid (**Jiminez-Arellanes et al., 2006**). Pour cela nous pouvons prendre du Thym comme condiment dans nos potages, ou le prendre en infusion constituée d'une branche de Thym, comme nous pouvons prendre de l'huile essentielle de raison de 3 à 5 gouttes en solution alcoolique ou dans du miel (**Iserin, 2001**).

IX. Absinthe (*Artemisia absinthium* L.)

Artemisia absinthium L. Appelée communément absinthe, fait partie de la famille des composées, utilisée dès l'antiquité pour ses nombreuses propriétés reconnues par la déesse Artémis qui lui donna son nom (**Valnet, 1992 ; Schauenberg et Paris, 2005**). Il s'agit d'une espèce d'armoïse, commune des régions arides de l'Europe méridionale, du nord de l'Afrique et de certaines régions de l'Amérique (**Gambelunght et Melai, 2002**).

Autrefois, l'absinthe était utilisée comme agent principal dans la parfumerie des aliments et des boissons (**Muto et al., 2003**). Son usage prolongé engendre un processus de dégénérescence nerveuse irréversible (absinthisme). L'agent responsable est l'essence riche en thuyone (**Lachenmeier et al., 2006**). Cette boisson alcoolisée, légalement prohibée dans plusieurs pays, est encore fabriquée clandestinement. En France, sa consommation est interdite depuis 1915 (**Meschler et Howlett, 1999**).

IX.1. Noms vernaculaires:

Français: Absinthe (**Quinlan et al., 2002**).

Anglais : Wormwood (**Quinlan et al., 2002**).

Arabe: Echiba (**Djerroumi et Nacef, 2004**).

Berberè : Chadjratmeriem (**Djerroumi et Nacef, 2004**).

IX.2. Description botanique et habitat:

L'absinthe, est un sous-arbrisseau vivace, propre des lieux montagneux, elle est très répandue dans les endroits incultes et pierreux en zones tempérées (**Bezanger-Beauquesneet al., 1990**). Abondante à l'état sauvage le long des clôtures, au bord des chemins, ect. Cette espèce se cultive, en outre, facilement au jardin (**Baba Aissa, 1991**). Sa taille varie de 50 à 100 cm. Ses tiges sont rameuses, sont duvetées de couleur blanchâtre, portent des feuilles velues, soyeuses, opposées à la base puis alternées sur le reste de la plante, découpées en trois lobes dentés ; elles sont vertes grisâtres au dessus et vertes argentées en dessous. Les rameaux portent à leurs extrémités de petites fleurs jaunes très discrètes qui se réunissent en capitules globuleux penchés, disposés en grappes composées. L'absinthe dégage une odeur très aromatique due à des essences accumulées dans les glandes sécrétrices de la fleur (**Bezanger-Beauquesneet al., 1990 ; Baba Aissa, 1991 ; Gambelunghe et Melai, 2002**).

IX.3. Classification botanique:

Tableau 08: Selon **Guignard (2001)**, la classification de *Artemisia absinthium* L. Est donnée comme suit:

Règne	Végétal
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Astéridés
Ordre	Astérales
Famille	Astéracées, composées
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia absinthium</i> L.

IX.4. Utilisation:

L'absinthe est l'épice aromatique, largement utilisée comme agent aromatisant dans le vin et les boissons alcoolisées. En outre, dans une moindre mesure, utilisée dans les boissons gazeuses et certains aliments, les confiseries et les desserts en particulier (Cardanovic et al., 2005).

✓ Au Moyen-âge, le vin d'absinthe était une boisson courante, composée principalement de grande absinthe. Il était prescrit pour ouvrir l'appétit et soulager une mauvaise digestion.

✓ Aujourd'hui, l'essence d'absinthe est utilisée comme anti-inflammatoire dans beaucoup de produits pharmaceutiques disponibles librement, y compris le Vicks Vaporub.

✓ Elle est appréciée lors de problèmes digestifs (flatulences, ballonnements), ou pour relancer l'appétit grâce à l'effet stimulant sur l'appétit (boire une tisane d'absinthe 30 minutes avant le repas).

L'Absinthe possède des propriétés médicales et biologiques liées à l'activité Antihelminthique (Tariq et al., 2009) antifongique (Kordali et al., 2005), antimicrobienne (Lopez-Lutz et al., 2008), cholérétique, balsamique, dépurative, antiseptique, digestive, diurétique, emménagogue. L'extrait de l'absinthe a été utilisé comme relaxant musculaire, ou sédatif doux pour traiter l'anxiété (Dewick, 2001; Lawless, 1999).



Chapitre 1
Matériel et méthodes

Dans le présent chapitre seront décrits les protocoles et les méthodes utilisés dans la réalisation pratique.

I. Enquêtes :

I.1. Enquête administrative :

Une enquête a été effectuée au niveau de la direction du commerce de wilaya de Djelfa pendant le mois de Février de l'année en cours. Elle avait pour objectif d'obtenir des statistiques concernant les activités de commerce exerçant au sein de la ville de Djelfa.

I.1. Enquête ethnobotanique :

Cette enquête quant à elle s'intéresse à l'étude des tendances du marché des plantes aromatiques et médicinales au sein de la ville de Djelfa et de tenter d'évaluer les habitudes de consommation de cette catégorie de produits.

Pour ceci, nous nous sommes rapprochés des commerces en question exerçant dans cinq endroits de la ville dans le but de connaître les principales commercialisées, produites, importées et consommées, les parties utilisées, le mode d'utilisation, la provenance, la disponibilité, le prix.

II. Matériel végétal :

Dans le but d'enrichir la banque de données des compositions chimiques de la flore steppique algérienne, les plantes choisies pour la réalisation de notre étude sont: *Thymus vulgaris*, *Rosmarinus tournefortii*, *Marrubium vulgare*, *Herniaria hisuta*, *Echim humide*, *Artemisia herba alba*, *Artemisia absinthium*, *Cistus villosus*, dont nous avons utilisé la partie aérienne (tiges, feuilles et fleurs).

Le matériel végétal a été récolté en mois février 2019 dans un endroit naturel (1 station – 8 plantes).

I.1. Préparation des échantillons :

I.1.1. Séchage :

Après la récolte et le nettoyage des échantillons, ils ont été séchés à l'ombre et à une température ambiante dans un endroit droit, seules les parties aériennes sont utilisées (feuilles et tiges).

Les échantillons sont en suite coupés grossièrement en vue de faciliter les procédés d'extraction.

II. Matériel physique:

- Montage de distillation (ballon, chauffe-ballon, réfrigérant, verreries appropriées) ;
- Evaporateur rotatif;
- Ampoule à décanter;
- Autre (élévateurs, support,...)

III. Matériel chimique :

- Ether d'éthylique
- Sulfate de magnésium anhydre (MgSO_4)
- Eau distillée

IV. Extraction de l'huile essentielle :

IV.1. Mode opératoire:

IV.1.1. L'hydrodistillation :

Les échantillons des plantes sèches sont introduits dans un ballon à fond rond de 1 litre, auxquels sont additionnés 600 ml d'eau distillée relié à un réfrigérant. La chaleur issue du chauffe-ballon donne naissance à une vapeur qui passe par le réfrigérant et finit par se condenser au contact du réfrigérant. L'ensemble est porté à ébullition pendant 2 heures. Les vapeurs chargées d'huile essentielle ; en traversant un réfrigérant se condensent et chutent dans un récipient final.



Figure 11:Montage d'hydrodistillation

IV.1.2.Extraction liquide-liquide :

Verser le distillat obtenu dans une ampoule à décanter de 1 L et ajouter la quantité nécessaire du solvant (éther di-éthylique), agiter énergiquement le mélange puis dégazer et laisser reposer jusqu'à l'obtention de deux phases : une phase supérieure (phase organique) qui est le mélange huile-solvant et une phase aqueuse qui représente l'eau.Enfin on sépare les deux phases dans deux récipients différents.



Figure 12: dégazage de l'extraction



Figure 13: Extraction liquide-liquide

IV.1.3.Élimination des traces d'eau de la phase organique :

Cette opération est faite par le sulfate de magnésium anhydre ($MgSO_4$), puis on filtre à l'aide du papier filtre qui a pour rôle d'absorber les traces d'eau qui restent dans la phase organique.

IV.1.4.Élimination du solvant organique :

Cette dernière étape est réalisée par l'utilisation d'un évaporateur rotatif et pour cela le liquide obtenu dans l'étape précédente est transvasé dans un ballon approprié puis fixé à l'appareil pour évaporer le solvant. L'huile est récupérée, placée dans un tube opaque et conservé au frais.



figure 14: Évaporation Rotative figure
« Élimination du solvant »



15: L'HE obtenue

V. Calcul du rendement :

Selon la norme **AFNOR (1986)**, le rendement en huile essentielle (RHE) est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction (M') et la masse de la matière végétale utilisée (M). Le rendement est exprimé en pourcentage, et il est donné par la formule suivante :

$$\text{RHE (\%)} = (M'/M) \times 100$$

RHE : rendement en huile essentielle en % ;

M' : masse d'huile essentielle en gramme à partir de la plante sèche;

M : masse de la matière végétale sèche utilisée en gramme.

VI. Caractérisation chimique par GC/MS

L'analyse chimique est effectuée pour chaque huile essentielle en vue d'apprécier la variation de la composition chimique en fonction des différences inter et intra espèces notamment celles morphologiques, géographiques ou saisonnières.

Préparation de l'échantillon :

5 μ L d'huile essentielle sont dilués dans l'hexane (1mL). Le contenant est scellé par un septum à haute performance.

Conditions analytiques :

Instrument: Perkin Elmer Gas Chromatograph Clarus680 coupled to Mass Spectrometer Clarus SQ 8T.

Une colonne Rtx-5MS (30 m × 0.25 mmID, 0.25 umdf, RESTEK, USA) est directement couplée au spectromètre de masse.

Le gaz vecteur est l'hélium (1mL/min).

Température d'injection : 250°C

Température du détecteur : 280°C

Température initiale : 70°C pendant 4 minutes.

Montée en température : 4°C/min jusqu'à 180°C maintenus 10 minutes. (Kulisic, Radonic, Katalinic, & Milos, 2004)

Les chromatogrammes obtenus subissent, chacun, plusieurs investigations exhaustives afin d'identifier les composés organiques isolés.

Cela exige d'abord une intégration du chromatogramme, opération qui permet de déduire l'aire des pics y figurant.

La comparaison des spectres de masse théoriques avec ceux expérimentaux permettent de déduire la structure développée des composés en question.

Les résultats de l'analyse chimique sont présentés sous forme d'un tableau dans lequel figurent les noms de composés isolés avec leurs proportions, leurs structures et leurs numéros CAS respectifs.



Figure 16 : Chromatographe

VII. Formulation d'un fromage type Ricotta aux huiles essentielles :

Les huiles essentielles extraites à partir de plantes aromatiques condimentaires spontanées ont été incorporées dans un fromage type Ricotta produit localement selon une recette traditionnelle modifiée selon les conditions du laboratoire.

Cette partie consiste à décrire les étapes de fabrication dudit fromage et l'incorporation des huiles essentielles en vue de confectionner des produits finis nouveaux ayant des caractéristiques organoleptiques nouvelles.

VII.1. Analyse de la matière première :

Le lait de vache cru frais est analysé à l'aide de lactoscan qui assure la mesure des paramètres suivants : matière sèche non grasse, protéines, lactose, densité, point de congélation.

VII.2. Étapes de fabrication du fromage :

La coagulation du lait est produite par précipitation par l'acide citrique (ou jus de citron) à chaud, du mélange composé de lactosérum et de lait chauffé à 60°C avec l'ajout de

sel. La température de chauffage est augmentée de 80°C à 90°C afin de mieux déclencher la floculation. Il se forme un amas de protéines coagulées séparé à l'aide d'écumoire, et récupéré dans des pots en plastique alimentaire à l'aide d'une louche. Les pots sont mis sur un bac de décantation pour l'égouttage du lactosérum.

Le produit est conditionné dans des pots en plastique alimentaire perforés pour s'assurer de l'égouttage de la pâte. Pour protéger la ricotta des impuretés pouvant provenir de l'air ambiant par un film en plastique alimentaire. Elle est emballée sous vide. La ricotta est pesée puis stockée dans une chambre froide à $T = 4^{\circ}\text{C}$.

VII.3. Analyse sensorielle :

Un panel de dégustation constitué de 09 jurys a assuré l'analyse sensorielle qui a porté sur l'appréciation des caractéristiques suivantes : odeur, texture, saveur, arômes identifiés et préférences globales.

Chapitre III Résultats et Discussion

Dans le présent chapitre seront présentés et discutés les principaux résultats obtenus à l'issue de la réalisation pratique de notre mémoire de recherche.

I. Enquête

Les statistiques obtenues auprès des services de la direction du commerce montrent que six (06) commerçant herboristes en état d'exercice commercial figurent sur les listes officielles.

Les résultats de l'enquête menée auprès des herboristes sont présentés dans le tableau 11.

Nom arabe	Nom scientifique	Nom commun	Partie utilisée	Demande	Quantité vendue par an / Kg	Prix DA / Kg
زعتر	<i>Thymus spp</i>	Thym	Feuilles	forte	50	100000
إكليل	<i>Rosmarinustournefortii</i>	Romarin	Feuilles	forte	50	150000
تمر يوت	<i>Marrubiumvulgare</i>	Marube blanc	Feuilles	très forte	250 bouquets	50 /bouquet
شبية الشيخ	<i>Pseudeverniafurfuracea</i>		Feuilles	faible	50	150000
فتات الحجر	<i>Herniariaspp</i>		Partie aérienne	faible	5	50000
حميمش	<i>Trygorrhizumpycnanthum</i>		Feuilles	forte	100/bouquet	80 /bouquet
الشيخ	<i>Artemisia herba alba</i>	Armoise blanche	Feuilles	très forte	50	80000
جعيدة	<i>Teucriumpolium</i>		Feuilles	très forte	50	100000
عرعار	<i>Juniperus Phericera</i>	Genévrier	Feuilles	très forte	100	80000
دققت	<i>Artemisia campestris</i>	Armoise champêtre	Feuilles	très forte	50	100000
حرمل	<i>PeganumHarmala</i>	Harmal	Graines	très forte	30	100000
ورق السدر	<i>Zizyphus lotus</i>		Feuilles	très forte	30	150000
ورق السدر	<i>Zizyphus lotus</i>		Racines	très forte	100	150000
البطم	<i>Pistacis</i>		Feuilles	moyenne	10	200000
البطم	<i>Pistacis</i>		Galle	moyenne	10	200000
البطم	<i>Pistacis</i>		Le fruit	saisonnière	50	250000
البطم	<i>Pistacis</i>		Coeur de bois	moyenne	5	500000
القطف	<i>Atriplexhalimus</i>	Arroche halime	Feuilles	très forte	100	200000
خزامة			Feuilles	forte	40	30000
نعناع			Feuilles	très forte	100 quintaux	100000
مليس	<i>Rhamnus lycioides</i>	Aubépine noire	Feuilles	forte	100/bouquet	80 /bouquet
تيسلاحين	<i>Rhamnus alaternus</i>	Argousier de la méditerranée	Feuilles	faible	50/bouquet	200000
النقد	<i>Asteriscusgravedens</i>		Feuilles	faible	30/bouquet	80 /bouquet

قرطوفة	<i>AnacyclusValentinus</i>		partie aérienne	faible	10	200000
شندقورة	<i>Ajuga iva</i>			moyenne	30/bouquet	200000
كليتوس	<i>Eucalyptus spp</i>		Feuilles	moyenne	50/bouquet	50 /bouquet
حلفة	<i>Stipa tenacissima</i>	halfa	Feuilles	moyenne	50/bouquet	40 /bouquet
فلبو	<i>Ziziphora hispanica</i>		Feuilles	moyenne	50/bouquet	100000
برستم	<i>Aristolochia longa</i>		Racines	moyenne	3	1000000
بن النعمان	<i>Papaver rhoeas</i>		Le fruit	faible	5	300000
حريق	<i>Urtica Dioica</i>		Feuilles	faible	5	200000
بابونج	<i>Anacyclus chamaemelum</i>		les fleurs	moyenne	30	300000
بساط الملوك	<i>Arenaria rubra</i>		partie aérienne	faible	5	100000
ترقودة	<i>Bunium incrassatum</i>		Racines	forte	30	200000
تسلقة	<i>Globularia alypum</i>		Feuilles	faible	5	100000
قاصة	<i>Cistus villosus</i>		Feuilles	faible	20/bouquet	100 /bouquet
قنطس	<i>Anacyclus pyrethrum</i>		Racines	faible	3	500000
طاقة شريكية	<i>G. rouge</i>		Feuilles	forte	100 /bouquet	80 /bouquet
الضرو	<i>Pistacia lentiscus</i>	L'arbre au mastic	Feuilles	faible	10	100000
لنج	<i>Arbutus unedo</i>		Feuilles	faible	30/bouquet	80 /bouquet
لسان الثور	<i>Echium plantagineum</i>	Vipérine	Feuilles	faible	30/bouquet	100 /bouquet
زريعة الكتان			Les graines	forte	1.5 quintaux	100000
الاملج	<i>Phyllanthus</i>		Le fruit	faible	5	200000
رجل الأسد	<i>Alchemilla vulgaris</i>	alchémilles	Feuilles	moyenne	5	300000
عروق السباعين الفوة	<i>Chelidonium majus</i>	Herbe aux verrues	Racines	moyenne	15	200000
مليسا	<i>Melissa officinalis</i>	mélisse	partie aérienne	moyenne	10	200000
هندباء البرية	<i>Cichorium intybus</i>	Chicorée sauvage	Feuilles	Très faible	2	300000
شرس الزلوع الكلكلحرموني	<i>Ferula hermonis</i>	férule	Racines	moyenne	2	1000000
بلوط	<i>Quercus ilex</i>	Chêne vert	Feuilles	moyenne	10	50 /bouquet
بلوط	<i>Quercus ilex</i>		Racines	faible	50/bouquet	50 /bouquet
بلوط	<i>Quercus ilex</i>		cupule	faible	2	300000
حرم	<i>Peganum</i>		Racines	moyenne	30/bouquet	50 /bouquet
حرم	<i>Peganum</i>		Le fruit	forte	50	100000
كركدية	<i>Hibiscus abdariffa</i>	Bissabe ou bissap	les fleurs	moyenne	30	200000
كف مريم	<i>Vitex agnus-castus</i>	L'arbre au poivre	Entier	faible	5	300000

Les enquêtes effectuées lors de la réalisation pratique du présent mémoire montrent que les plantes aromatiques et médicinales présentent une filière prisée par le consommateur de la ville de Djelfa, de part la diversité des plantes commercialisées ou encore de la demande grandissante.

Ceci pourrait être dû au fait du retour au recours aux remèdes de la pharmacopée traditionnelles issus du savoir-faire ancestral qui semble regagner du terrain avec la tendance actuelle de phytothérapie. (Braham *et al* 2014)

II. Rendement en huiles essentielles

Les rendements en huiles essentielles sont calculés d'après la relation suivante:

$$R (\%) = M'/M \times 100$$

Les résultats obtenus (Tableau §) montrent les rendements de différentes plantes.

Tableau12 : Rendement moyen en huile essentielle de différentes plantes.

Plantes	Rendement %
<i>Thymus vulgaris</i>	0.435%
<i>Rosmarinustournefortii</i>	0.4723%
<i>Marrubiumvulgare</i>	0.206%
<i>Herniariahirsuta</i>	0.093%
<i>Echiumhumile</i>	0.116%
<i>Artemisia herba alba</i>	0.406%
<i>Artemisia absinthium</i>	0.163%
<i>Cistusladanifer</i>	0.903%
<i>Menthaspicata</i>	0.129%
<i>Lavandula officinalis</i>	1.707%
<i>Citrus limon</i>	0.55%

Les huiles essentielles, obtenues par hydrodistillation des parties aériennes des échantillons coupés grossièrement, avaient des rendements s'étalant de 0.055% jusqu'à 1.7%.

Le rendement en huile essentielle de *Thymus vulgaris* se montre inférieur par rapport à ceux cités dans la littérature (Ghasemi, Hashemi, and Taherian 2013)(Hassan et al. 2009).

Concernant *Rosmarinus tournefortii*, le rendement en huile essentielle est proche de ceux obtenus par **(Boutekedjiret, Belabbes, and Bentahar 1999)**et **(Montassir et al. 2013)**.

Quant à l'huile essentielle extraite de *Marrubium vulgare*, son rendement se montre plus important que ceux rapportés par **(Nagy and Svajdlenka 1998)**, **(Kaytoun et al.2011)**et**(Kadri et al. 2011)**

L'huile essentielle de *Herniaria hirsuta* présente un rendement légèrement supérieur à celui obtenu par**(Hammami et al. 2015)**.

Le rendement en huile essentielle de *Artemisia herba alba* se montre inférieur par rapport à celui cité par **(Mohsen and Ali 2009)**et supérieur par rapport à celui cité par **(Barroso et al. 2014)**.

L'huile essentielle de *Artemisia absinthium* avait un rendement inférieur à celui obtenu par **(Arif, Rizvi, and Zeng 2018)**et supérieur à celui obtenu par **(Alic 2006)**.

Le rendement en huile essentielle de *Cistus ladanifer* se montre supérieur à celui cité par **(Dun 2018)**et supérieur par rapport à ceux cités par **(Barroso et al. 2014)**et **(Taylor et al. 2011)**.

L'huile essentielle extraite à partir de *Mentha spicata* avait un rendement égal à celui rapporté par **(Bardaweel et al. 2018)**.

Le rendement en huile essentielle de *Lavandula officinalis* se montre inférieur par rapport à celui cité par **(Zheljzakov et al. 2013)**.

L'huile essentielle de *Citrus limon* présente un rendement légèrement supérieur à celui obtenu par**(Almeida et al. 2011)**.

Les différences des rendements que l'on observe pourraient être dues à plusieurs facteurs tel que rapporté par les travaux antérieurs, on peut constater que le rendement peut s'affecter par plusieurs paramètres tels que l'origine de récolte de l'espèce, la période de récolte, l'organe de la plante, la durée de séchage et la méthode d'extraction sont des facteurs parmi d'autres qui peuvent aussi avoir un impact direct

sur les rendements en huile essentielle (**Russo *et al.*, 1998 ; Tonzibo ,1998 ; Vekiari *et al.* 2002, ,Karousou *et al.*, 2005 ; Kouamé, 2012).**

III. Composition chimique des huiles essentielles

Les chromatogrammes gratifiés par GC/MS, effectués pour des huiles essentielles extraites des plantes sujettes de la présente étude sont présentés ci-dessous :

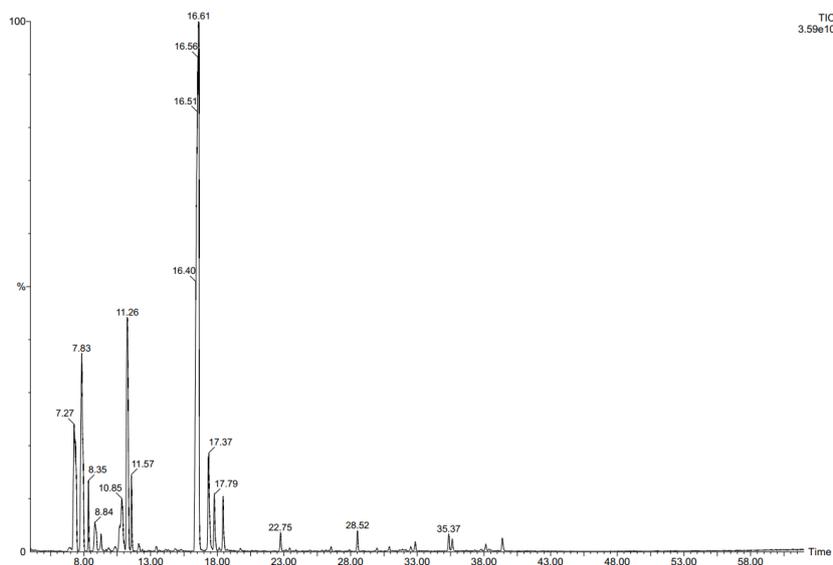


Figure 17 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Rosmarinustournefortii*

L'analyse chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinustournefortii* a révélé 13 composés dont les majoritaires sont : thymol et γ -Terpinene. Ce profil chromatographique se montre cohérent avec les analyses citées dans la littérature. Annexe 1.

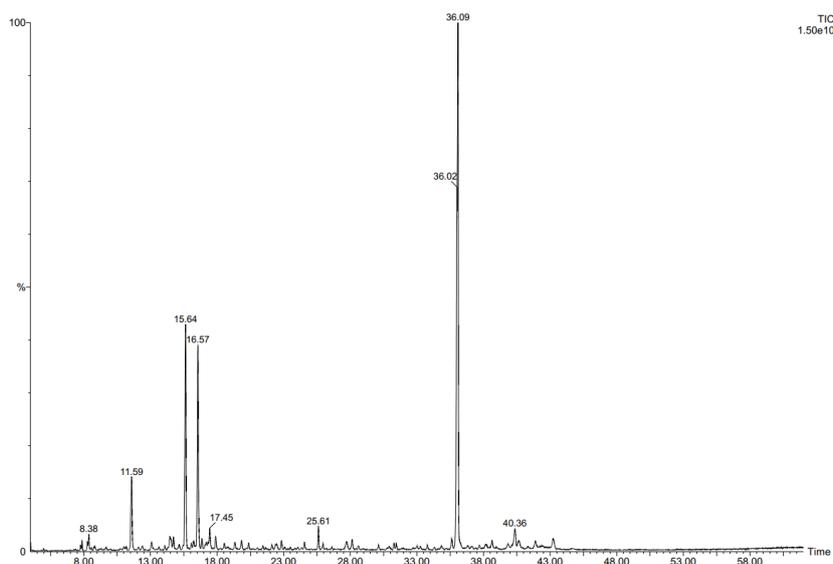


Figure 19 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba*

L'analyse chimique de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* a révélé 09 composés dont les majoritaires sont : camphor et cineol . Ce profil chromatographique se montre cohérent avec les analyses citées dans la littérature. Annexe 2.

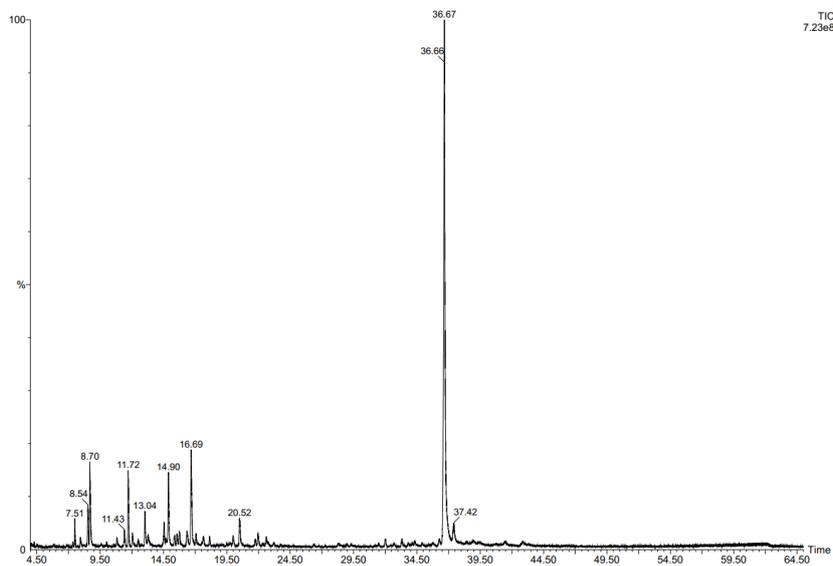


Figure 18: Chromatogramme de l'huile essentielle de *Artemisia absinthium*

L'analyse chimique de l'huile essentielle de *Artemisia absinthium* a révélé 09 composés dont le produit majoritaire est le bornyl acétate. Ce profil chromatographique se montre cohérent avec les analyses citées dans la littérature. Annexe 3.

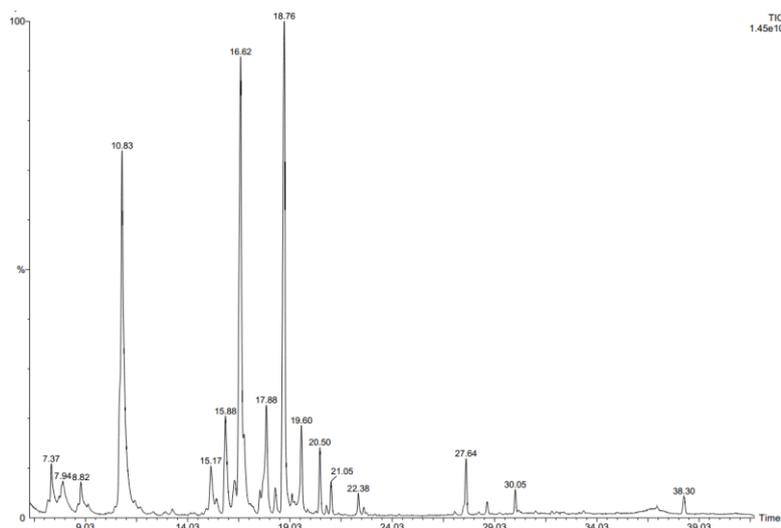


Figure 20 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Marrubium vulgare*

L'analyse chimique de l'huile essentielle de *Marrubium vulgare* a révélé 11 composés dont les produits majoritaires sont le carvacrol et terpinène. Ce profil

chromatographique se montre cohérent avec les analyses citées dans la littérature.

Annexe 4.

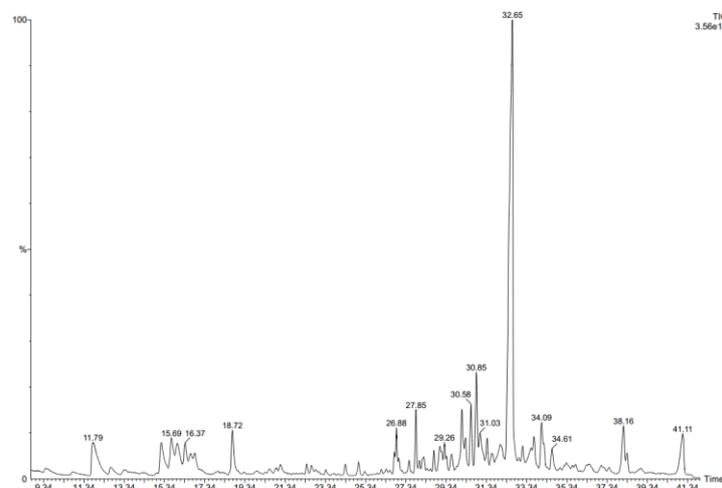


Figure 21 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Cistus ladanifer*

L'analyse chimique de l'huile essentielle de *Cistus ladanifer* a révélé 09 composés dont le produit majoritaire est : alpha terpinéol. Ce profil chromatographique se montre cohérent avec les analyses citées dans la littérature.

Annexe 5.

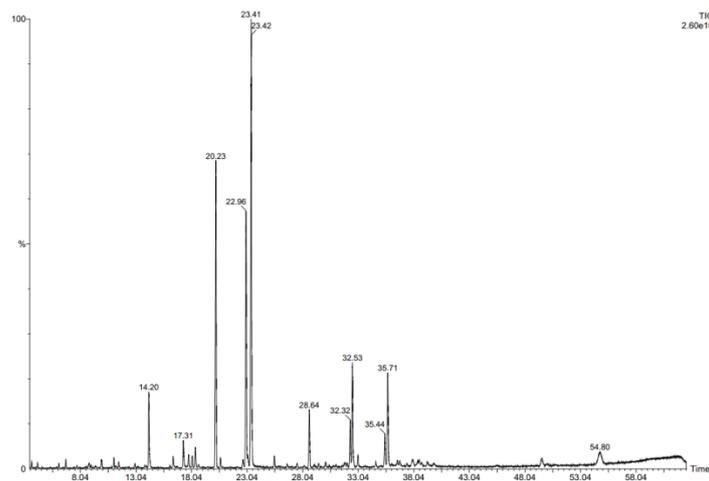


Figure 22 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Herniariahirsuta*

L'analyse chimique de l'huile essentielle de *Herniariahirsuta* a révélé 08 composés. Ce profil chromatographique se montre cohérent avec les analyses citées dans la littérature. Annexe 6.

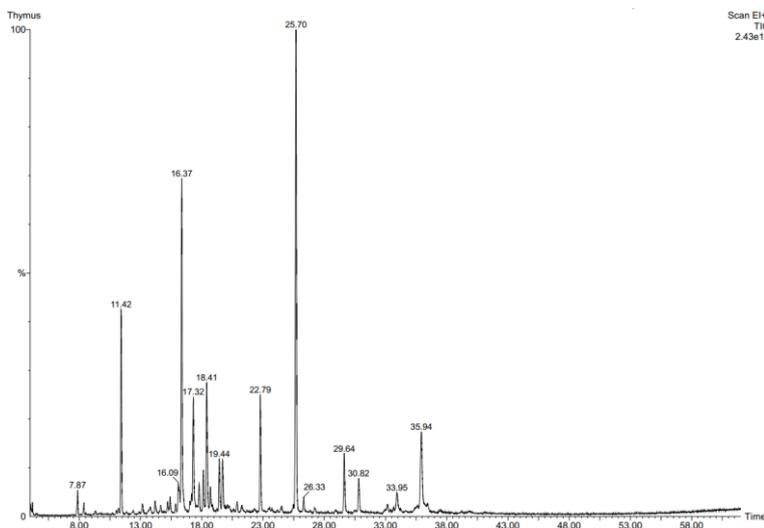


Figure 23 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*

L'analyse chimique de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a révélé 13 composés dont les majoritaires sont : camphorborneol et thymol. Ce profil chromatographique se montre cohérent avec les analyses citées dans la littérature. Annexe 8.

IV. Fabrication du fromage :

Le fromage produit avait un aspect blanc crème une consistance douce une saveur fraîche, à la texture douce et au goût légèrement sucré.

Les tests sensoriels avaient les résultats suivants :

Odeur : faible

Texture : légèrement molle

Déformabilité (en bouche) : moyenne

Friabilité (en bouche) : moyenne

Goût aromatisé : moyen

Acidité : faible

Amertume : absente

Arrière-goût : absent

Salinité : faible

Taux de satisfaction : très agréable

Les résultats de tests de l'analyse sensorielle affirment une grande ressemblance entre le fromage fabriqué au laboratoire et le Ricotta de marque déposée. Quant aux différences de saveurs des fromages incorporés dans la pâte molle, quelques arômes ont été identifiés.

Conclusion :

La présente étude se propose de mettre en évidence la composition chimique de quelques plantes steppiques poussant à l'état spontané dans la steppe algérienne.

L'analyse chromatographique par GC/MS permis de caractériser les composés des huiles essentielles extraites de *Rosmarinustournefortii*, *Artemisia absinthium*, *Marrubiumvulgare*, *Cistusbladanifer* *Thymus vulgaris* et *Herniaria hirsute*.

Dix composés en moyenne ont été séparés et identifiés pour chaque huile essentielle dont les composés majoritaires étaient : alpha terpinéol pour *Cistus ladanifer*; bornyl acétate pour *Artemisia absinthium* ; γ -Terpinene pour *Rosmarinus tournefortii*; carvacrol pour *Marrubium vulgare*; etcamphor pour *Thymus vulgaris*.

Les profils chromatographiques semblent être en cohérence avec les travaux rapportés dans la littérature.

Aussi, Une enquête a permis d'évaluer l'offre et la demande du secteur des plantes aromatiques et médicinales dans la ville de Djelfa. Les résultats de l'enquête montrent un intérêt grandissant vis-à-vis de cette filière du fait probablement retour au recours aux remèdes de la pharmacopée traditionnelles issus du savoir-faire ancestral qui semble regagner du terrain avec la tendance actuelle de phytothérapie.

L'incorporation des extraits de plantes étudiées dans un fromage type Ricotta produit localement a permis l'élaboration d'un produit alimentaire nouveau qui a été très apprécié par le panel de dégustation.

Les résultats obtenus à l'issue de la présente investigation devraient être suivies par d'autres études dans la perspective de mieux caractériser les extraits organiques des plantes étudiées en particulier et des plantes de la steppe de manière générale ainsi que par des études qui viseraient à étudier les propriétés biologiques desdits extraits et leur utilisations industrielles potentielles.

Annexes



Rosmarinus tournefortii Avant et après découpage



Montage d'hydrodistillation



Thymus vulgaris Avant découpage

Montage d'hydrodistillation de *Thymus vulgaris*

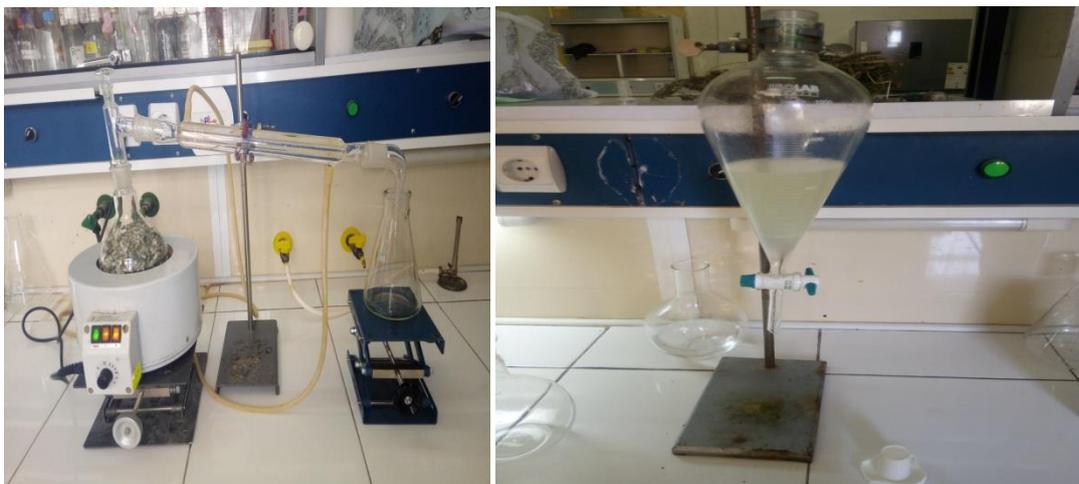
Annexes



Extraction liquide-liquide de *Thymus vulgaris* Évaporation Rotative de
Thymus vulgaris



Marrubium vulgare Avant et après découpage

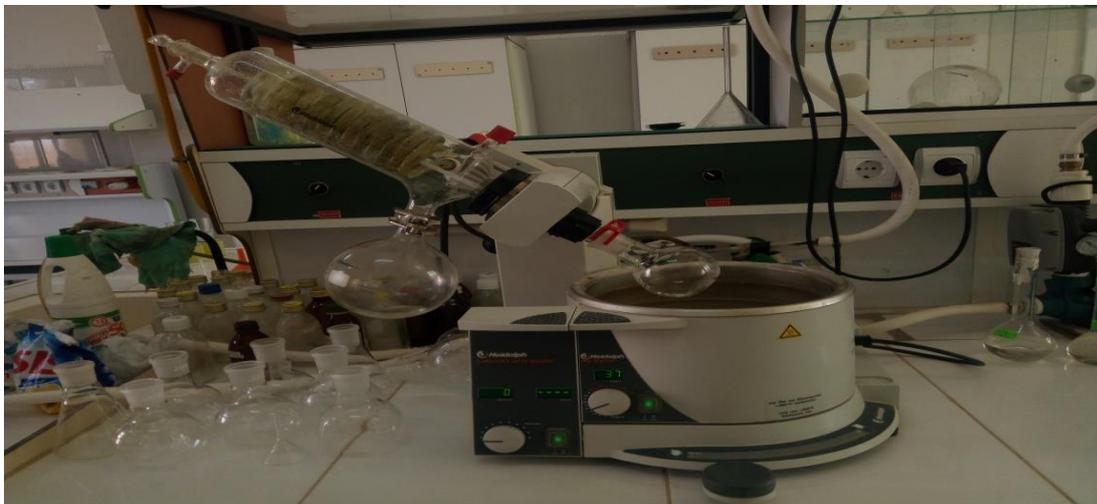


Montage d'hydrodistiation de *Marrubium vulgare* Extraction liquide-liquide
Marrubium vulgare

Annexes



Artemisia herba alba après découpage Montage d'hydrodistiation de *Artemisia herba alba*



Évaporation Rotative de *Artemisia herba alba*



Cistus villosus avant et après découpage

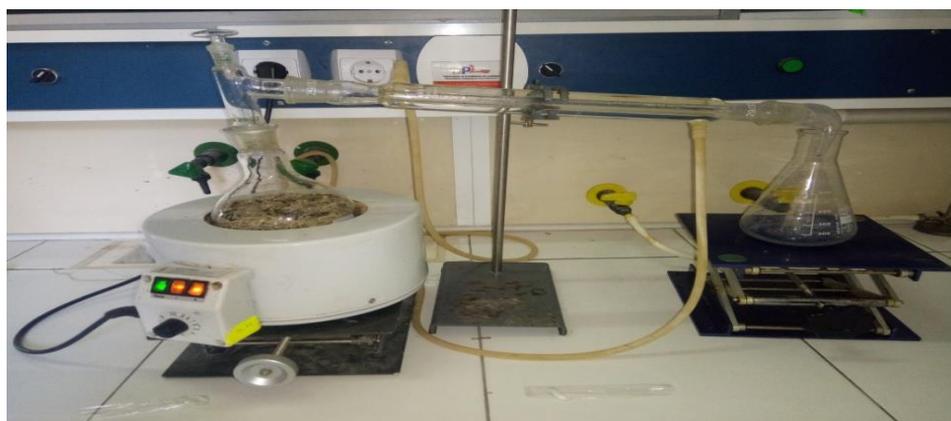
Annexes



Montage d'hydrodistiation de *Cistus villosus* Évaporation Rotative de *Cistus villosus*

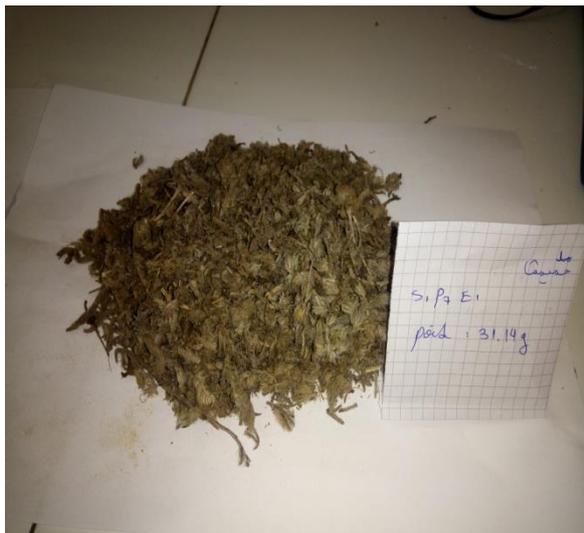


Artemisia absinthium avant et après découpage



Montage d'hydrodistiation de *Artemisia absinthium*

Annexes



Echim humide après découpage



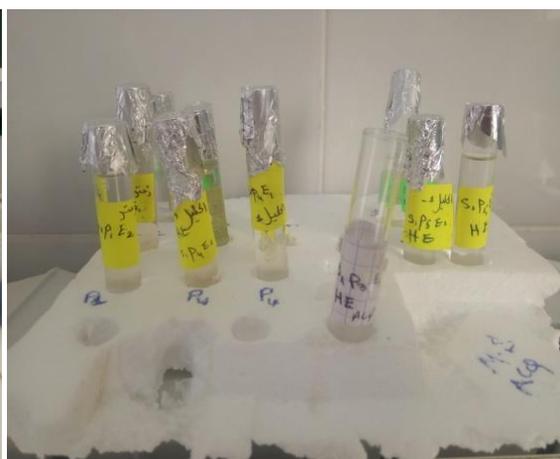
Montage d'hydrodistiation de *Echim humide*



Évaporation Rotative d'*Echim humide*



Mesure des tubes vide



L'HE obtenue

Annexes

Annexe 1

N°	Composé	L'article 01	L'article 02	L'article 03	L'article04
01	Tricyclene	1.7%	/	/	2.04%
02	α -Pinene	1.8%	13.5%	3.2%	0.63%
03	Camphene	0.7%	3.9%	2.1%	11.62%
04	<i>p</i> -Cymene	0.9%	2.0%	0.2%	/
05	1,8-Cineole	10.0%	2.1%	54.8%	56.50%
06	γ -Terpinene	0.2%	0.6%	1.0%	/
07	Myroxide	0.3%	/	/	/
08	Camphore	37.6%	21.6%	8.6%	13.56%
09	Borneol	5.5%	6.2%	2.1%	3.98%
10	(<i>Z</i>) Ocimene	3.7%	/	/	/
11	(<i>E</i>) Ocimene	2.9%	/	/	/
12	Carvone	0.4%	/	0.1%	/
13	Carvenone	1.8%	/	/	/
14	<i>p</i> -Cymene-7-ol	7.8%	/	/	/
15	Carvacrol	0.3%	0.3%	Tr	/
16	Borneolacetate	1.5%	/	/	/
17	ρ -Elemene	0.4%	/	/	/
18	Eugenol	0.4%	0.1%	/	/
19	α -Cubebene	0.3%	/	Tr	/
20	Longifolene	2.8%	/	/	/
21	(<i>E</i>) Caryophyllene	0.5%	1.0%	0.7%	/
22	β -Copaene	0.8%	/	/	0.73%
23	γ -Elemene	0.3%	/	Tr	/
24	<i>trans</i> -Muurolo-3,5-diene	0.6%	/	/	/
25	<i>cis</i> -Muurolo-4(14),5-diene	0.7%	/	/	/
26	<i>trans</i> -Cadina-1(16),4-diene	1.8%	/	/	/
27	Germacrene D	0.2%	/	/	/
28	β -Selinene	0.2%	/	/	/
29	Germacrene B	1.9%	/	/	/
30	Cubenol	0.3%	/	/	/
31	α -epi-Cadinol	1.4%	/	Tr	/
32	α -Muurolool	0.6%	0.9%	/	/
33	α -(<i>Z</i>)-Santalol	0.6%	/	/	/
34	β -(<i>Z</i>)- <i>epi</i> -Santalol	0.4%	/	/	/
35	(<i>Z</i>)-Nurciferol	3.9%	/	/	/
36	Sabinene	/	2.0%	0.4%	/
37	β -pinene	/	1.1%	6.8%	14.72%
38	E-isolimonene	/	0.3%	/	/
39	<i>allo</i> -Ocimene	/	0.1%	/	0.88%
40	Limonene	/	21.7%	2.1%	/
41	β -Phellandrene	/	0.9%	/	/
42	α -Terpinolene	/	0.6%	/	/
43	<i>Z</i> -Linalool oxide	/	10.8%	/	/
44	<i>Z</i> -Sabinene hydrate	/	0.1%	/	/
45	Linalool	/	1.1%	1.2%	1.70%
46	β -Thujone	/	0.2%	/	/
47	Endo-fenchol	/	0.2%	/	/
48	Camphene hydrate	/	0.1%	/	/
49	Menthone	/	0.4%	/	/
50	Terpinen-4-ol	/	0.7%	1.1%	1.78%
51	α -Terpineol	/	1.9%	0.8%	1.10%
52	Pulegone	/	0.1%	/	/

Annexes

53	Bornylacetate	/	1.4%	0.3%	0.78%
54	α -ylangene	/	0.1%	0.1%	/
55	α -Humulen	/	0.9%	Tr	/
56	α -Muurolene	/	0.1%	Tr	/
57	β -Bisabolene	/	0.1%	0.1%	/
58	Caryophyllinol	/	0.2%	/	/
59	Caryophyllene oxide	/	0.1%	/	/
60	Octadecane	/	0.2%	0.3%	/
61	Nonadecane	/	0.3%	0.2%	/
62	Eicosane	/	0.1%	0.3%	/
63	Myrcene	/	/	3.3%	3.30%
64	α -phellandrene	/	/	0.1%	/
65	α -Terpinene	/	/	0.8%	/
66	Menth 2-en-1-ol	/	/	Tr	/
67	β -Terpineol	/	/	0.8%	/
68	Myrtenal	/	/	0.1%	/
69	Dodecane	/	/	Tr	/
70	Verbenone	/	/	Tr	0.58%
71	Fenchylacetate	/	/	0.3%	/
72	Thymol	/	/	Tr	/
73	Aromadendrene	/	/	Tr	/
74	α -Cadinene	/	/	0.1%	/
75	β -Farnasene	/	/	Tr	/
76	δ -Cadinene	/	/	Tr	/
77	γ -Cadinene	/	/	0.1%	/
78	γ -Bisabolene	/	/	Tr	/
79	Calamenene	/	/	0.1%	/
80	γ -Eudesmol	/	/	Tr	/
81	γ -Terpinene	/	/	/	10.09%
82	(+)-2-Carene	/	/	/	0.27%
83	Pinocarvone	/	/	/	2.42%
84	Nopol	/	/	/	1.49%

Annexe 2

N°	Composé	L'article 01	L'article 02	L'article 03	L'article 04	L'article 05
01	Terpinolene	0.60%	0.3%	/	/	/
02	Tricyclene	0.37%	/	/	0.3%	Tr
03	α -pinene	0.61%	0.1%	Tr	0.8%	1.7%
04	Camphene	7.20%	1.1%	Tr	7.9%	0.4%
05	Sabinene	0.97%	0.2%	Tr	0.8%	0.2%
06	1-octen-3-ol	0.27%	/	/	/	/
07	α -Phellandrene	0.41%	0.1%	Tr	/	Tr
08	α -terpinene	0.26%	1.3%	Tr	0.2%	0.6%
09	p-Cymene	0.48%	0.0 %	Tr	0.6%	13.5% %
10	1,8-cineole	7.08%	/	Tr	23.7%	10.2%
11	γ -Terpinene	0.30%	0.4%	2.8%	0.7%	5.5%
12	α -Terpinolene	0.26%	/	0.1%	/	/
13	Filifolone	7.04%	/	/	1.4%	/
14	β -Thujone	1.74%	/	15.0%	/	/
15	Chrysanthenone	0.40%	/	15.9%	3.4%	6.7%
16	Camphor	43.07%	/	19.4%	46.0%	0.4%
17	Sabina ketone	1.07%	/	/	/	/

Annexes

18	Borneol I	4.88%	/	Tr	4.9%	0.6%
19	Terpinene-4-ol	1.07%	0.0%	2.7%	1.7%	2.1%
20	Verbenone	0.23%	/	0.5%	/	/
21	Cis-carveol	0.25%	/	Tr	/	/
22	E-ocimene	0.34%	/	/	/	0.1%
23	Carvone	0.15%	0.4%	0.1%	0.3%	/
24	Bornylacetate	3.79%	/	/	0.6%	0.4%
25	Thymol	1.00%	/	0.1%	/	0.2%
26	Cuminol	Tr	/	/	/	/
27	γ -Elemene	0.12%	/	Tr	/	/
28	Bicycloelemene	0.17%	/	/	/	/
29	Eugenol	0.16%	/	/	/	Tr
30	α -Copaene	0.26%	12.2%	0.2%	/	Tr
31	Verbenone	0.52%	/	/	/	/
32	β -Cubebene	0.15%	/	0.1%	/	/
33	α -Amorphene	0.23%	/	/	/	/
34	Germacrene D	1.37%	0.1%	0.7%	1.9%	/
35	α -Patchoulene	0.17%	/	/	/	/
36	Germacrene B	0.55%	/	/	/	/
37	Bicyclogermacrene	0.11%	0.1%	/	0.4%	/
38	Delta-cadinene	0.22%	0.1%	/	/	/
39	Spathulenol	Tr	0.5%	0.1%	0.2%	0.6%
40	Virdifloral	Tr	/	0.7%	/	/
41	Kaurene	Tr	/	/	/	/
42	9-octadecenamide	0.10%	/	/	/	/
43	β -Pinene	/	0.1%	Tr	0.5%	0.1%
44	Myrcene	/	0.1%	/	/	5.1%
45	Limonene	/	11.0%	Tr	/	1.6%
46	β -Phellandrene	/	0.0%	/	/	/
47	(E)- β -Ocimene	/	0.6%	Tr	/	/
48	Linalool	/	0.0%	/	/	0.9%
49	Isoamyl 2-methylbutyrate	/	19.5%	/	/	/
50	α -Campholenal	/	0.0%	/	/	/
51	Geranylacetate	/	0.9%	/	/	/
52	β -Caryophyllene	/	0.2%	Tr	/	0.2%
53	β -gurjunene	/	1.4%	/	/	/
54	Aromadendrene	/	0.4%	0.3%	/	/
55	Geranyl propionate	/	0.2%	/	/	/
56	α -Acorenol	/	0.6%	/	/	/
57	Muurolol	/	0.1%	/	/	/
58	β -eudesmol	/	0.2%	0.1%	/	/
59	δ -Cadinene	/	0.1%	0.1%	/	0.2%
60	δ -3-Carene	/	Tr	/	/	/
61	Artemisia alcohol	/	0.1%	/	/	/
62	Fenchone	/	Tr	/	/	/
63	α -Thujone	/	0.1%	1.5%	0.2%	0.1%
64	Cis- β -terpineol	/	/	0.6%	/	/
65	Isoborneol	/	/	0.1%	/	/
66	Cis-chrysanthenol	/	/	1.2%	/	0.5%
67	Myrtenal	/	/	0.9%	/	/
68	Myrtenol	/	/	0.1%	0.5%	/

Annexes

69	Trans-pipertol	/	/	0.4%	/	0.1%
70	Neral	/	/	0.1%	/	/
71	Piperitone	/	/	0.2%	/	0.1%
72	Geraniol	/	/	Tr	/	/
73	Perillaldehyde	/	/	0.4%	/	/
74	Geranial	/	/	0.7%	/	/
75	Lavandulylacetate	/	/	2.2%	/	0.2%
76	Carvacrol	/	/	0.1%	/	0.2%
77	α -Ylangene	/	/	/	/	/
78	Lavender lactone	/	/	/	/	Tr
79	Cis -Arbusculone	/	/	/	/	0.5%
80	Cis-linalool oxide (furanoid)	/	/	/	/	0.1%
81	3,7-dimethyl-1,5,7-octatrien-3-ol	/	/	/	/	0.2%
82	Lavandulol	/	/	/	/	0.9%
83	Cuminaldehyde	/	/	/	/	0.2%
84	α -Terpinylacetate	/	/	/	/	0.8%
85	Unkonwn	/	/	/	/	0.9%
86	γ -Muurolene	/	/	/	/	1.5%
87	Davanone	/	/	/	/	18.1%

Annexe 3

N°	Composé	L'article 01	L'article 02	L'article 03	L'article 04	L'article 05
01	α -Pinene	3.8%	1.24%	1.3%	Tr	2.8%
02	Sabinene	8.9%	1.61%	/	Tr	0.4%
03	β -Pinene	23.8%	0.69%	/	2.1%	1.0%
04	Myrcene	4.0%	1.08%	8.6%	Tr	0.6%
05	α -Phellandrene	3.2%	/	2.4%	Tr	/
06	α -Terpinene	0.4%	1.55%	/	Tr	0.4%
07	p-cymene	1.9%	1.55%	2.0%	16.8%	0.4%
08	p-phellandrene	0.7%	/	/	/	/
09	1,8-cineole	0.3%	5.10%	1.1%	8.9%	/
10	(E)- β -ocimene	0.4%	0.20%	/	Tr	0.3%
11	γ -terpinene	0.7%	2.08%	0.8%	Tr	1.2%
12	Linalool	4.2%	2.00%	5.6%	2.6%	Tr
13	α -thujone	0.9%	0.58%	2.9%	/	Tr
14	β -thujone	18.9%	/	7.3%	/	/
15	iso-3-thujanol	0.9%	/	/	/	/
16	transpinocarveol	0.6%	/	/	/	0.4%
17	Terpinen-4-ol	1.5%	8.15%	/	Tr	2.8%
18	α -terpineol	0.3%	4.80%	1.1%	Tr	0.8%
19	Myrtenal	0.3%	/	/	Tr	0.1%
20	Gerrnacrene D	3.1%	/	8.0%	/	6.7%
21	β -selinene	0.7%	/	/	1.8%	/
22	α -dehydro-ar-himachalene	3.8%	/	/	/	/
23	γ -dehydro-ar-himachalene	0.6%	/	/	/	/
24	Nerylisovalerate	0.8%	/	2.7%	2.4%	/
25	geranylisovalerate	1.9%	/	/	/	/

Annexes

26	Cubenol	4.3%	/	/	/	/
27	α -cadinol	1.8%	0.17%	/	/	6.5%
28	Chamazulene	0.9%	0.26%	/	2.9%	/
29	Monoteipene	75.4%	/	/	/	55.6%
30	Sabinene skeleton	29.3%	/	/	/	/
31	Tricyclene	/	0.10%	/	/	0.1%
32	Camphene	/	2.02%	/	/	3.1%
33	(Z)- β -ocimene	/	0.06%	/	Tr	1.0%
34	Cis-sabinene hydrate	/	0.29%	/	/	Tr
35	Eucarvone	/	0.06%	/	/	/
36	α -p-Dimethylstyrene	/	0.06%	/	/	/
37	Terpinolene	/	0.75%	/	Tr	0.3%
38	Verbenone	/	2.47%	/	/	Tr
39	Cis-p-menth-2-en-1-ol	/	0.50%	/	Tr	0.2%
40	Cuminaldehyde	/	0.93%	/	/	/
41	Unidentified compound B	/	4.68%	/	/	/
42	Bornylacetate	/	23.02%	/	Tr	2.3%
43	Perillylacetate	/	0.20%	/	/	/
44	ρ -Mentha-1,4-dien-7-ol	/	0.24%	/	/	/
45	α -Terpinylacetate	/	0.09%	/	/	0.2%
46	ρ -Menth-1(7)-en-9-ol	/	0.14%	/	/	/
47	Eugenol	/	0.07%	/	Tr	Tr
48	Cis-carvylacetate	/	0.10%	/	/	/
49	β -Caryophyllene	/	0.66%	/	1.1%	9.3%
50	(Z)- β -farnesene	/	0.11%	/	/	/
51	α -Humulene	/	0.08%	/	Tr	4.4%
52	(E)- β -farnesene	/	0.26%	/	/	0.4%
53	Viridiflorene	/	0.41%	/	/	/
54	Caryophyllene oxide	/	0.67%	/	25.3%	1.4%
55	Safranal	/	0.59%	/	/	/
56	Unidentified compound A	/	6.01%	/	/	/
57	Santolinaalcohol	/	/	1.9%	/	/
58	Menthone	/	/	1.1%	/	/
59	Pulegone	/	/	1.2%	/	/
60	Carvone	/	/	2.4%	/	0.3%
61	Cis-Piperitoneepoxide	/	/	3.2%	/	/
62	Linaloolacetate	/	/	7.0%	/	/
63	Cis-Chrysanthenylacetate	/	/	15.5%	/	0.1%
64	Lavandulylacetate + Thymol	/	/	3.2%	Tr	1.6%
65	Carvacrol	/	/	1.5%	Tr	/
66	Dihydrochamazulene	/	/	5.5%	/	/
67	Lavandulylisobutyrate	/	/	/	1.3%	/
68	Heptanal	/	/	/	Tr	/
69	α -Fenchene	/	/	/	1.3%	/
70	Phenylacetaldehyde	/	/	/	Tr	/
71	α -Campholenal	/	/	/	Tr	/
72	ρ -Cymenene	/	/	/	Tr	/
73	Nopinone	/	/	/	Tr	/
74	(Z)-Myroxide	/	/	/	Tr	/
75	2-phenylethyl propionate	/	/	/	Tr	/
76	Geranylacetate	/	/	/	Tr	/

Annexes

77	Geranylacetone	/	/	/	Tr	/
78	Ar-Curcumene	/	/	/	1.4%	/
79	α -Calacorene	/	/	/	Tr	/
80	Humuleneepoxide II	/	/	/	25.3%	/
81	Geranyl butyrate	/	/	/	Tr	/
82	(Z)-3-hexenyl isobutyrate	/	/	/	Tr	/
83	ρ -Methylacetophenone	/	/	/	0.9%	/
84	ρ -Cymen-8-ol	/	/	/	Tr	/
85	Varvotanacetone	/	/	/	Tr	/
86	α -Terpinen-7-al	/	/	/	Tr	/
87	Heneicosane	/	/	/	1.2 %	/
88	Sclareol	/	/	/	Tr	/
89	Tricosane	/	/	/	0.9%	/
90	Tetracosane	/	/	/	Tr	/
91	Pentacosane	/	/	/	1.6%	/
92	Caryophylla-3-8-(13)-dien-5- β ol	/	/	/	1.9%	/
93	(Z)-lanceolacetate	/	/	/	7.3%	/
94	ρ -Carene	/	/	/	/	0.3%
95	Limonene	/	/	/	/	0.2%
96	Eucalyptol (3)	/	/	/	/	6.8%
97	Nonanal	/	/	/	/	Tr
98	1-Octen-3-yl-acetate	/	/	/	/	0.6%
99	Camphor	/	/	/	/	19.0%
100	β -Terpineol	/	/	/	/	0.2%
101	Pinocarvone	/	/	/	/	0.9%
102	Borneol	/	/	/	/	3.7%
103	Trans-Piperitol	/	/	/	/	0.1%
104	Trans-Carveol	/	/	/	/	0.9%
105	Citronellol	/	/	/	/	1.0%
106	Geraniol	/	/	/	/	1.5%
107	α -Copaene	/	/	/	/	Tr
108	β -Elemene	/	/	/	/	0.5%
109	Unknown	/	/	/	/	0.1%
110	Bicyclogermacrene	/	/	/	Tr	0.5%
111	α -Murolene	/	/	/	/	0.5%
112	Butylatedhydroxytoluene	/	/	/	/	1.5%
113	δ -Cadinene	/	/	/	/	3.1%
114	Tans -Nerolidol	/	/	/	/	0.6%
115	Germacrene D-4-ol	/	/	/	/	2.8%
116	γ -Eudesmol	/	/	/	/	0.4%
117	δ -Cadinol	/	/	/	/	0.7%
118	τ -Cadinol	/	/	/	/	3.0%
119	τ -Muurolol	/	/	/	/	0.6%
120	Geranyltiglate	/	/	/	/	0.5%
121	α -Bisabolol	/	/	/	/	Tr

Annexes

Annexe 4

N°	Compose	L'article01	L'article02	L'article03	L'article04	L'article05
01	α -thujone	T	/	/	2.29	/
02	α -pinene	T	1.4 %	4.6%	1.16%	1.8%
03	α -terpinene	T	/	/	/	/
04	Limonene	0.72%	0.82%	2.5%	/	/
05	γ -terpinene	T	/	/	/	/
06	Geijerene	0.65%	/	/	/	/
07	Trans-pinocamphone	T	/	/	/	/
08	Safranol	T	/	/	/	/
09	1-cyclohexene-1 carboxaldehyde,2,6, trimethyl	T	/	/	/	/
10	Carvacrol methyl ether	T	/	/	/	/
11	Lonone	T	/	/	/	/
12	Thymol	T	0.31%	/	/	10.6%
13	Pregeijerene	T	/	/	/	/
14	Carvacrol	9.48%	36.28%	/	/	4.6%
15	n.i.	T	/	/	/	/
16	δ -elemene	T	/	/	/	/
17	α -cubebene	T	0.47%	0.3%	/	/
18	α -ylangene	T	/	/	/	/
19	Isolatedene	T	/	/	/	/
20	α -copaene	1.14%	0.22%	/	1.37%	0.3%
21	β -bourbonene	0.93%	/	0.4%	1.96%	/
22	β -elemene	1.54%	/	/	/	/
23	α -gurjunene	T	/	/	/	/
24	E- β -damascone	T	/	/	/	/
25	E-caryophyllene	24.79%	/	7.4%	/	0.7%
26	β -copaene	T	/	/	/	/
27	β -gurjunene	T	/	/	/	/
28	Aromadendrene	T	/	/	/	0.2%
29	α -humulene	3.26%	0.19%	0.8%	0.68%	0.2%
30	Cis-muuro-la-4(14) ,5-diene	T	/	/	/	/
31	γ -muurolene	0.56%	/	/	/	/
32	Germacrene D	43.36%	/	10.5%	9.37%	1.4%
33	Viridiflorene	T	/	/	/	/
34	Bicyclogermacrene	9.86%	/	1.3%	/	/
35	α -muurolene	T	/	/	(0.63%)	/
36	Germacrene A	T	/	/	/	/
37	γ -cadinene	T	/	0.4%	3.30%	1.8%
38	δ -amorphene	1.17%	/	/	/	/
39	Trans cadina-1,4-diene	T	/	/	/	/
40	α -cadinene	T	/	/	/	/
41	Epi-longipinanol	T	/	/	/	/
42	1-nor-bourbonanone	T	/	/	/	/
43	Ledol	T	/	/	/	/
44	Spathulenol	0.69%	/	0.5%	/	/

Annexes

45	Caryophyllene oxide	1.63%	0.67%	2.1%	/	1.6%
46	Globulol	T	/	/	/	/
47	Viridiflorol	T	/	/	/	0.4%
48	Humuleneepoxide II	T	/	/	/	/
49	α -cadinol	T	/	0.5%	/	1.4%
50	epi- α -muurolol	T	/	/	/	2.3%
51	epoxy allo-allomadendrene	T	/	/	/	0.4%
52	β -thujene	/	2.72%	/	/	/
53	Camphene	/	0.64%	/	0.49%	/
54	Sabinene	/	0.25%	1.3%	/	/
55	1-octen-3-ol	/	2.48%	1.6%	/	0.3%
56	β -pinene	/	3.55%	/	/	/
57	3-octanol	/	0.16%	/	/	/
58	α -phellandrene	/	0.60%	/	/	/
59	Carvylacetate	/	11.25%	/	/	/
60	1,8-cineol	/	1.49%	/	3.72%	1.1%
61	β -phellandrene	/	15.49%	/	/	/
62	Trans-sabinene hydrate	/	3.29%	/	/	/
63	Linalool	/	3.86%	0.4%	/	1.3%
64	Cis-sabinene hydrate	/	0.59%	/	/	/
65	Camphor	/	0.64%	/	1.03%	0.4%
66	Borneol	/	1.12%	/	0.61%	/
67	Terpinen-4-ol	/	0.97%	0.5%	/	/
68	2,6-dimethylheptadecane	/	0.18%	/	/	/
69	α -terpineol	/	0.33%	0.3%	/	2.5%
70	Trans-caryophyllene	/	4.06%	/	2.15%	/
71	(+)-carvomenthene	/	0.30%	/	/	/
72	7-epi-sesquisabinene hydrate	/	0.27%	/	/	/
73	Cubenol	/	0.19%	/	/	0.3%
74	β -farnesene	/	0.24%	6.1%	/	/
75	n-Nonane	/	/	1.6%	/	/
76	Benzaldehyde	/	/	0.9%	/	/
77	Myrcene	/	/	0.6%	/	/
78	Decane	/	/	0.2%	/	/
79	α -tolualdehyde	/	/	2.4%	/	/
80	Acetophenone	/	/	14.6%	/	/
81	m-tolualdehyde	/	/	19.1%	/	/
82	o- tolualdehyde	/	/	3.5%	/	/
83	Nonanal	/	/	0.5%	/	/
84	β -bisabolene	/	/	0.7%	0.86%	/
85	α -Bisabolol	/	/	1.7%	/	/
86	Hexahydrofarnesylacetone	/	/	2.9%	/	/
87	Hexacosane	/	/	0.8%	/	/
88	Octacosane	/	/	1.1%	/	/
89	Nonacosane	/	/	2.3%	/	/
90	N-trimethylsilyltrifluoroacetamide	/	/	/	2.35%	/
91	N, N-bis trimethylsilyltrifluoroacetamide	/	/	/	0.97%	/

Annexes

	ide					
92	1-Vinylcyclohexane	/	/	/	0.75%	/
93	Iso menthone	/	/	/	0.57%	/
94	β -Citronellol	/	/	/	9.90%	/
95	Geranio	/	/	/	2.74%	/
96	Citronellyl formate	/	/	/	9.50%	/
97	Geranyl formate	/	/	/	6.25%	/
98	α -amorphene	/	/	/	0.81%	1.2%
99	Neoolloocimene	/	/	/	0.91%	/
100	nerylacetate	/	/	/	3.41%	0.2%
101	Ledene (5.35%)	/	/	/	5.35%	/
102	α -agarofuran	/	/	/	0.42%	/
103	Furan-2-one, 4-phenyltetrahydro	/	/	/	1.44%	/
104	γ -Eudesmol	/	/	/	11.93%	/
105	β -Cubebene	/	/	/	1.52%	/
106	Citronellylbutanoate	/	/	/	0.66%	/
107	Geranyltiglate	/	/	/	5.53%	/
108	Cyclononasiloxane, octadecamethyl	/	/	/	3.08%	/
109	Eicosamethylcyclodecasiloxane	/	/	/	2.92%	/
110	Methylcyclopentane	/	/	/	/	15.5%
111	2,4-dimethylpentane	/	/	/	/	1.4%
112	Cyclohexane	/	/	/	/	2.4%
113	2-Methyl-hexane	/	/	/	/	1.0%
114	3-Methyl hexane	/	/	/	/	0.4%
115	n-Heptane	/	/	/	/	7.4%
116	Z-Tagetone	/	/	/	/	1.2%
117	Pinocarvone	/	/	/	/	1.2%
118	Methyl α -cyclogeranate	/	/	/	/	0.6%
119	Pulegone	/	/	/	/	1.5%
120	iso-Menthylacetate	/	/	/	/	0.3%
121	Citronellylacetate	/	/	/	/	0.9%
122	β -Caryophyllene	/	/	/	/	0.7%
123	endo-Arbozol	/	/	/	/	0.2%
124	Alloaromadendrene	/	/	/	/	0.4%
125	β -Selinene	/	/	/	/	0.3%
126	γ -Amorphene	/	/	/	/	0.6%
127	α -Selinene	/	/	/	/	3.1%
128	n-Pentadecane	/	/	/	/	0.4%
129	δ -Cadinene	/	/	/	/	2.4%
130	trans-Calamenene	/	/	/	/	1.5%
131	α -Calacorene	/	/	/	/	1.4%
132	3-Z-Hexenyl benzoate	/	/	/	/	0.3%
133	Spathulenol	/	/	/	/	2.5%
134	n-Hexadecane	/	/	/	/	2.6%
135	Guaiol	/	/	/	/	0.4%
136	1,10-di-epi-Cubenol	/	/	/	/	0.3%
137	n-Heptadecane	/	/	/	/	1.5%
138	6-Methyl-6-(3-methylphenyl)-2-heptanone	/	/	/	/	0.2%
139	14-Hydroxy-9-epi-(E)-caryophyllene	/	/	/	/	0.6%

Annexes

140	n-Octadecane	/	/	/	/	1.7%
141	6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone	/	/	/	/	1.4%
142	n-Hexadecanol	/	/	/	/	1.3%
143	n-Docosane	/	/	/	/	0.1%
144	n-Eicosane	/	/	/	/	0.3%
145	n-Heneicosane	/	/	/	/	0.4%
146	n-Nonadecane	/	/	/	/	1.3%
147	n-Tricosane	/	/	/	/	0.2%

Annexe 5

N°	Composé	L'article 01	L'article 02	L'article 03	L'article 04	L'article 05
01	Camphene	17.75%	15.5%	0.64%	2.7%	3.6%
02	n-Butylcyclohexane	5.95%	/	/	/	/
03	3-Carene	5.23%	/	/	0.1%	/
04	α -Campholenal	1.45%	/	2.20%	/	Tr
05	α -Pinene	1.03%	4.2%	4.70%	0.8%	2.1%
06	ρ -Cymene	1.26%	2.3%	1.17%	3.6%	0.1%
07	ρ -Cymenene	0.88%	/	/	/	/
08	Trans-Sabinene hydrate	1.85%	/	/	1.1%	0.7%
09	Cis -Sabinol	5.14%	/	/	/	Tr
10	Borneol	0.42%	11.1%	Tr	3.9%	1.2%
11	Myrtenal	1.22%	/	2.26%	/	/
12	Myrtenol	1.44%	/	/	0.5%	0.3%
13	Cis-Verbenone	0.11%	/	/	/	/
14	Verbenone	0.12%	0.8%	0.85%	0.4%	/
15	1- ρ -Menthen-9-al	1.52%	/	/	/	/
16	Bornylacetate	5.86%	0.9%	7.03%	0.9%	1.8%
17	α -Guaïene	0.35%	/	/	/	/
18	γ -Gurjunene	7.15%	/	/	/	/
19	α -Bulnesene	0.12%	/	/	/	/
20	β -Cadinene	3.79%	6.4%	Tr	0.6%	/
21	α -Calacorene	0.24%	/	0.16%	0.2%	/
22	Caryophyllene oxide	0.26%	/	/	1.3%	0.7%
23	Sclareol oxide	4.36%	/	0.06%	/	/
24	Cubenol	0.65%	/	0.21%	3.2%	/
25	Isolongifolol	1.14%	/	/	/	/
26	Guaiazulene	0.75%	/	/	/	/
27	Ledene oxide	0.25%	/	/	/	/
28	Verticiol	18.16%	/	/	/	/
29	Tricyclene	/	2.7%	/	0.6%	0.1%
30	α -Thujene	/	1.0%	/	1.1%	0.1%
31	Sabinene	/	0.8%	/	1.0%	1.2%
32	β -Pinene	/	0.7%	Tr	/	3.0%
33	α -Terpinene	/	1.8%	/	2.8%	0.3%
34	Cyclohexanone,2,2,6-	/	7.3%	/	/	/

Annexes

	trimethyl					
35	γ -Terpinene	/	3.8%	0.10%	6.1%	/
36	γ -Terpinolene	/	1.3%	/	0.7%	/
37	α -Campholenealdehyde	/	1.3%	/	/	/
38	Camphor	/	1.5%	0.86%	0.9%	0.7%
39	Exo-Methyl-Camphenilol	/	0.9%	/	/	/
40	Terpineol-4-ol	/	6.3%	6.37%	4.2%	/
41	ρ -Cymen-8-ol	/	0.6%	1.70%	0.7%	/
42	α -Terpineol	/	1.2%	2.20%	0.8%	/
43	ρ -Mentha-1,4-dien-7-ol	/	0.8%	4.78%	/	/
44	α -Cubebene	/	2.2%	/	/	/
45	Cyclosativen	/	0.6%	0.70%	/	Tr
46	Diethylphthalate	/	2.9%	/	/	/
47	Viridiflorol	/	2.8%	13.59%	16.4%	0.4%
48	Cyercene	/	0.5%	/	/	/
49	Bis(2-ethylhexyl) phthalat	/	0.2%	/	/	/
50	Limonene	/	0.37%	/	/	1.3%
51	Oxygenatedmonoterpenes	/	/	59.72%	/	6.6%
52	1,8-Cineole	/	/	0.24%	/	0.1%
53	Linalool	/	/	Tr	/	/
54	Cis-Rose oxide	/	/	0.13%	/	/
55	Cis- ρ -Menth-2-en-1-ol	/	/	0.27%	/	/
56	Trans-Pinocarveol	/	/	20.00%	0.9%	/
57	2(10)-pinen-3-one	/	/	5.05%	/	/
58	Cis-Ocimenone	/	/	0.55%	0.3%	/
59	Carvone	/	/	0.28%	/	/
60	Carvacrol	/	/	0.24%	0.7%	/
61	Myrtenylacetate	/	/	0.69%	0.4%	/
62	α -Copaene	/	/	0.62%	0.2%	Tr
63	Aromadendrene	/	/	1.77%	0.2%	/
64	Spathulenol	/	/	0.53%	/	/
65	Palustrol	/	/	0.50%	/	/
66	Ledol	/	/	4.36%	/	/
67	α -Terpenylacetate	/	/	/	/	0.8%
68	6-methyl-5-hepten-2-one	/	/	/	0.7%	/
69	Myrcene	/	/	/	0.7%	/
70	α -Phellandrene	/	/	/	0.4%	/
71	Iso boenylacetate	/	/	/	/	0.3%
72	Cis-linalool oxide	/	/	/	0.5%	/
73	Para-cymenil	/	/	/	1.6%	/
74	Nonanal	/	/	/	0.8%	/
75	1,3,8-para-menthatriene	/	/	/	0.6%	/
76	α -Pinene oxide	/	/	/	1.3%	/
77	Pinocarvone	/	/	/	0.7%	/
78	2-Decenal	/	/	/	0.6%	/
79	(E)-Carveol	/	/	/	0.1%	/
80	Linalylacetat	/	/	/	1.3%	0.7%
81	Geraniol	/	/	/	0.1%	/
82	Vitispirane	/	/	/	0.2%	/
83	α -Ionone	/	/	/	0.1%	/
84	Alloarmodendrene	/	/	/	0.1%	0.4%

Annexes

85	α -Muurolene	/	/	/	0.1%	/
86	Humuleneepoxide II	/	/	/	3.6%	0.1%
87	Torreyol	/	/	/	0.3%	/
88	γ -Elemene	/	/	/	/	Tr
89	1-S-cis-Calmenene	/	/	/	/	0.1%
90	Pentacosane	/	/	/	/	2.4%
91	Heptacosane	/	/	/	/	2.2%
92	Octacosane	/	/	/	/	0.3%
93	Nonacosane	/	/	/	/	3.3%

N°	Composé	L'article 01	L'article 02	L'article 03	L'article 04	L'article 05
01	Tricyclene	0.2%	/	Tr	/	0.2%
02	α -Thujene	Tr _c	0.1%	1.07%	0.59%	Tr ^e
03	α -Pinene	0.1%	1.8%	0.73%	1.62%	0.3%
04	Sabinene	0.1%	0.3%	0.14%	/	0.3%
05	1-Octen-3-ol	1.3%	/	0.24%	0.74%	0.1%
06	Myrcene	Tr	1.3%	1.72%	0.64%	Tr
07	α -Phellandrene	Tr	0.5%	0.07%	0.09%	0.1%
08	α -Terpinene	0.3%	3.0%	0.31%	0.38%	1.9%
09	p-Cymene	6.8%	8.8%	5.07%	6.27%	15.9%
10	1,8-Cineole	Tr	0.4%	/	0.17%	/
11	Limonene	0.4%	1.1%	0.62%	0.54%	/
12	(Z)- β -Ocimene	0.1%	/	0.02%	/	/
13	(E)- β -Ocimene	Tr	/	/	/	/
14	cis-Sabinene hydrate	Tr	/	0.11%	/	/
15	Terpinolene	0.1%	/	0.05%	0.09%	0.1%
16	trans-Sabinene hydrate	0.2%	0.8%	/	0.34%	/
17	Linalool	47.3%	5.0%	1.01%	6.43%	4.8%
18	Camphor	Tr	0.4%	/	/	/
19	Isomenthone	Tr	/	/	/	/
20	Borneol	0.2%	4.1%	/	0.06%	1.9%
21	Terpinen-4-ol	0.5%	/	0.07%	/	0.5%
22	α -Terpineol	Tr	1.0%	/	/	/
23	cis-Dihydro carvone	0.3%	0.1%	/	/	/
24	Carvone	Tr	/	/	/	/
25	Carvacrolmethylether	Tr	0.2%	/	0.67%	0.1%
26	Linaloolacetate	Tr	/	/	/	/
27	Bornylacetate	0.1%	/	/	/	/
28	Thymol	29.2%	28.1%	69.61%	0.16%	29.3%
29	Carvacrol	1.7%	2.9%	3.57%	63.72%	/
30	Thymol acetate	0.1%	/	0.06%	/	/
31	Eugenol	Tr	/	0.8%	0.17%	/
32	Nerylacetate	Tr	/	/	/	/
33	α -Copaene	Tr	/	/	/	/
34	β -Elemene	Tr	/	/	/	/
35	β -Caryophyllene	2.9%	2.8%	0.37%	1.17%	2.9%
36	β -Cedrene	Tr	/	/	/	/
37	α -Santalene	Tr	/	/	/	/
38	β -Gurjunene	0.1%	/	/	/	/

Annexes

39	Aromadendrene	Tr	/	/	/	/
40	DehydroAromadendrene	0.2%	/	/	/	/
41	γ -Gurjunene	0.1%	/	/	/	/
42	Germacrene D	Tr	/	0.08%	0.49%	/
43	epi-Cubebol	0.1%	/	/	/	/
44	β -Himachalene	Tr	/	/	/	/
45	α -Muurolene	Tr	/	/	/	0.7%
46	γ -Cadinene	0.2%	/	/	0.09%	0.2%
47	δ -Cadinene	Tr	0.2%	0.08%	0.20%	/
48	trans- γ -Bisabolene	Tr	/	/	/	/
49	Elemol	0.8%	/	0.01%	/	/
50	Ledol	Tr	/	/	0.09%	/
51	Longiborneol	0.1%	/	/	/	/
52	Cedrol	0.2%	/	/	/	/
53	α -Bisabolol oxide B	0.2%	/	/	/	/
54	cis- α -Atlantone	Tr	/	/	/	/
55	trans- α -Atlantone	Tr	/	/	/	/
56	Camphene	/	1.4%	0.06%	/	Tr
57	β -Pinene	/	0.6%	0.43%	0.22%	/
58	3-Octanone	/	0.3%	0.02%	0.19%	0.6%
59	3-Octanol	/	0.1%	/	0.28%	/
60	δ -3-Carene	/	0.1%	0.03%	/	/
61	γ -Terpinene	/	18.7%	8.38%	6.06%	/
62	trans-Pinocarveol	/	0.1%	/	/	/
63	4-Terpineol	/	0.5%	/	/	/
64	<i>p</i> -Cymen-8-ol	/	0.1%	/	/	/
65	Thymylmethylether	/	10.09%	/	/	/
66	β -Silinene	/	0.1%	/	/	/
67	β -Bisabolene	/	0.8%	0.06%	0.14%	/
68	Caryophyllene oxide	/	0.4%	0.11%	0.30%	0.2%
69	β -Eudesmol	/	0.1%	/	0.12%	/
70	α -Cadinol	/	0.2%	0.02%	0.27%	0.2%
71	2-Hexanal	/	0.02%	/	/	/
72	(3Z)-Hexen-1-ol	/	0.01%	/	/	/
73	3-Heptanone	/	Tr	/	/	/
74	1-Heptanal	/	0.01%	/	/	/
75	Santolinatriene	/	Tr	/	/	/
76	Oct-1-en-3-ol	/	0.01%	/	/	/
77	cis- β -Scimene	/	/	0.07%	/	/
78	<i>n</i> -Nonanal	/	/	0.01%	/	/
79	cis-Carveol	/	/	0.01%	/	/
80	<i>o</i> -Methyl thymol	/	/	0.37%	/	/
81	Varidiflorene	/	/	0.03%	/	/
82	γ -Muurolene	/	/	0.07%	/	Tr
83	γ -Selinene	/	/	0.01%	/	/
84	τ -Cadinol	/	/	0.05%	/	/
85	δ -Cadinol	/	/	0.02%	/	/
86	Methylpalmate	/	/	0.04%	/	/
87	Palmiticacid	/	/	0.06%	/	/
88	α -Gurjunene	/	/	/	0.62%	/
89	Allo-aromadandrène	/	/	/	0.18%	Tr
90	β -Cubebene	/	/	/	0.50%	/
91	Bicyclogermacrene	/	/	/	0.44%	Tr

Annexes

92	α -Caryophyllene	/	/	/	0.12%	/
93	Spathulenol	/	/	/	0.71%	/
94	Tau-Cadinol	/	/	/	0.34%	/
95	β -Phellandrene	/	/	/	/	Tr
96	cis-Pinene hydrate	/	/	/	/	Tr
97	trans-Sabinol	/	/	/	/	Tr
98	Thymol methylether	/	/	/	/	11.4%
99	Cymen-7-ol	/	/	/	/	Tr
100	α -Humulene	/	/	/	/	0.1%
101	(Z)- α -Bisabolene	/	/	/	/	1.5%
102	epi- α -Cadinol	/	/	/	/	Tr

▪ Références Bibliographiques

- A. Basta, O. Tzakou, M. Couladis & M. Pavlović (2007) Chemical Composition of *Artemisia absinthium* L. from Greece, *Journal of Essential Oil Research*, 19:4, 316-318, DOI: 10.1080/10412905.2007.9699291
- A. Elamrani, S. Zrira & M. Benaissa (2003) Isolation of Moroccan *Rosmarinus eriocalix* Oil: Comparison Between Hydrodistillation and Microwave Extraction, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 6:1, 1-8, DOI: 10.1080/0972-060X.2003.10643321
- Abass O.A. (2012). Therapeutic effect of *Artemisia herba-alba* aqueous extract added to classical therapy of acquired hyperlipidemia. *Iraqi Journal of community Medicine* 4: 320-323.
- Abootalebian, M., Keramat, J., Kadivar, M., Ahmadi, F. and Abdinian, M. (2016). Comparison of total phenolic and antioxidant activity of different *Mentha spicata* and *M. longifolia* accessions. *Annals of Agricultural Science*, 61: 175-179.
- Adams R.P., 2001. Identification of essential oils components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. 4th ed. Allured Publ. Corp., Carol stream, IL. P:445. 106
- AFNOR, 1986. Recueil des Normes Françaises « huiles essentielles », AFNOR. Paris. 57p
- Al kadi 1989 : A. Usage de quelques plantes dans la médecine populaire en Libie, Vol 1-2.
- Alic, R Adosav P. 2006. “Chemical Composition of the Essential Oils of Serbian Wild-Growing *Artemisia Absinthium* and *Artemisia Vulgaris*.” (ii): 4780–89.
- Al-Jaber, H.I., Al-Qudah, M.A., Barhoumi, L.M., Abaza, I.F., Afifi, F.U. 2012.
- Al-Khazraji S.M., Al-Shamaony L.A., Twaij H.A.A. (1993). Hypoglycaemic effect of *Artemisia herba alba*. I. Effect of different parts and influence of the solvent on hypoglycaemic activity. *Journal of Ethnopharmacology* 40 : 163-166.
- Almeida, Antonia Amanda C De et al. 2011. “Antioxidant and Antinociceptive Effects of Citrus Limon Essential Oil in Mice Lidianne Mayra Lopes Camp.” 2011.
- Almeida, P.P., Mezzomo, N. and Ferreira, R.S. (2012). Extraction of *Mentha spicata* L. Volatile Compounds: Evaluation of Process Parameters and Extract Composition. *Food Bioprocess Technol*, 5: 548–559.
- Amarti, Fatiha & Satrani, Badr & Ghanmi, Mohamed & Farah, Abdellah & Aafi, Abderrahman & Arab, Lotfi & Ajjouri, Mustapha & Chaouch, Abdelaziz. (2010). Chemical composition and antimicrobial activity of the *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. and *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. essential oils of Morocco. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*. 14. 141-148.
- ANTON R., WICHTL M., 1999- *Plantesthérapeutique (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.
- APG III, 2009: An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linn. Soc.*; 161: 105-121.

- Arif, Syed, Hussain Rizvi, and Xinnian Zeng. 2018. "Chemical Composition of Essential Oil Obtained from (*Artemisia Absinthium* L.) Grown under the Climatic Condition of Skardu Baltistan of Pakistan (*ARTEMESIA ABSINTHIUM* L.) GROWN UNDER THE CLIMATIC CONDITION OF SKARDU BALTISTAN OF PAKISTAN." (February).
- Arpino P., Prévôt A., Serpinet J., Tranchant J., Vergnol A., Witier P., 1995. Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse. Ed Masson, Paris,
- Arpino, P., Prévôt, A., Serpinet, J., Tranchant, J., Vergnol, A. et Witier, P. (1995) "Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse." *Ed. Masson, Paris.*
- Baba Aissa F. (2000). Encyclopédie des plantes utiles. In « Flore d'Algérie et du Maghreb ». Ed : Librairie moderne Rouiba, pp 252 - 253.
- Baba aissa F., 1999 : Encyclopédie des plantes utiles, Flore d'Algérie, Ed. Librairie moderne- Rouiba. p.46-47-194-195-231.
- Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D. et Idaomar M. (2008). "Biological effects of essential oils: a review." *Food Chem. Toxicol.* 46(2): 446–475.
- Bardaweel, Sanaa K et al. 2018. "Chemical Composition, Antioxidant, Antimicrobial and Antiproliferative Activities of Essential Oil of *Mentha Spicata* L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan Atlas." : 1–7.
- Barroso, G et al. 2014. "Essential Oil from *Artemisia Herba-Alba* Asso Grown Wild in Algeria: Variability Assessment and Comparison with an Updated Literature Survey." : 243–51.
- Bayir, Burcu & Gündüz, Hatice & Usta, Tuba & Şahin, Esma & Özdemir, Zeynep & Kayir, Omer & Sen, Ozkan & Aksit, Huseyin & Elmastaş, Mahfuz & Erenler, Ramazan. (2014). Chemical Composition of Essential Oil from *Marrubium Vulgare* L. Leaves. *Journal of New Results in Science.* 6.
- BEAUOUESL N.E., PINKAS, M. , TORCK, M. , TROTIN, F. , 1980- PLANTES médicinales de la région tempérée, PARIS: Ed Maloine, 235p. BOELEN, M.H., 1985, The Essential Oil from *Rosmarinus officinalis* L., *Pertumer and favorist*, 10, 21-37
- Beens, J. et Brinkman, U.A.T. (2005) "Comprehensive two-dimensional gas chromatography– a powerful and versatile technique." *Analyst* 130: 123-127.
- Bellakhdar. J., 1997: Médecine Arabe Ancienne et Savoirs Populaires, La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ed. Le Fennec et Ibio Press, impression : Dunes France. p 341.
- Belloum, Z. (2007). *Etude phytochimique des plantes médicinales Algériennes, cas de l'espèce Inula crithmoides L.* université de Tizi-Ouzou – Constantine.
- Benbelaïd F., Bendahou M., Khadir A., Abdoune M., Bellahsene C., Zenati F., Bouali W. et Abdelouahid D. (2012). "Antimicrobial activity of essential oil of *Lavandula*
- Bencheqroun H.K., Ghanmi.M., Satrani B., Aafi A et Chaouch A. (2012) Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia mesatlantica*, plante endémique du Maroc. Antimicrobial activity of the essential oil of an endemic plant in Morocco, *Artemisia mesatlantica*. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège.* 81: 4 - 21.
- Bendahou M., Muselli A., Grignon-Dubois M., Benyoucef M., Desjobert JM., Bernardini JF., Costa J., 2007.

Antimicrobial activity and chemical composition of *Origanum glandulosum* Desf. essential oil and extract obtained by microwave extraction: Comparison with hydrodistillation. *Food Chem.* 106:132-139.

- Bendif, H. (2017). *Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: Ajuga iva (L.) Schreb., Teucrium polium L., Thymus munbyanus subsp. coloratus (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet et Rosmarinus serotinus L.* L'école Normale Supérieure De Kouba-Alger.
- Benjilali B. et Richard H. (1980). Etude de quelques peuplements d'armoise blanche du Maroc (*Artemisia herba alba*). *Rivista Italiana E.P.P.O.S.* 62 : 69-74.
- Benomari, Fatima & Nassim, Djabou & Ali, Medbouhi & Khadir, Abdelmounaim & Bendahou, Mourad & Selles, Chaouki & Desjobert, Jean-Marie & Costa, Jean & Muselli, Alain. (2016). Chemical Variability and Biological Activities of Essential Oils of *Micromeria inodora* (Desf.) Benth. from Algeria. *Chemistry & Biodiversity.* 13. 10.1002/cbdv.201600098.
- Besombes, C. (2008). *Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo-mécanique d'herbes aromatiques : applications généralisées.* Université de La Rochelle.
- Bezanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M. et Trotin F. (1990). *Plantes médicinales des régions tempérées.* Ed: MALOINE, Paris, 2, pp 297 - 362.
- Bicchi C., Liberto E., Matteodo M., Sgorbini B., Mondello L., d'Acompara Zellner B.,
- Billing J., Sherman P.W., 1998. Antimicrobial Functions of Spices: Why Some Like it Hot. *Q. Rev. Biol.* 73: 3-49.
- Bonnier G., 1990 : La grande Flore française Ed. Bllin ; Complète. Tome : 09. 25-26. La Végétation de la France, Suisse et Belgique.
- BOUCHAT, J. , 1956-Beni Ounif (Sud Oranais). Etude géographique, historique et médicale, Arch, Inst, Pasteur, Alger, 34, pp :575-671.
- Bouchonnet, S., & Libong, D. (2004). Le couplage chromatographie en phase gazeuse – spectrométrie de masse. *L'actualité Chimique*, 275, 7–14.
- Boudjouef M, Etude de l'activité antioxydant et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. mémoire de magister université de Sétif, 2011, p : 17-19
- Bouldjadj R. (2009) Étude de l'effet antidiabétique et antioxydant de l'extrait aqueux lyophilisé d'*Artemisia herba alba* Asso chez des rats sains et des rats rendus diabétiques par streptozotocine. *Thèse de magister.* Université Mentouri Constantine.
- Boutekedjiret, C, R Belabbes, and F Bentahar. 1999. "Study of *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oil Yield and Composition as a Function of the Plant Life Cycle." (January 2015): 37–41.
- Bozin, Biljana & Mimica-Dukic, Neda & Samojlik, Isidora & Jovin, Emilija. (2007). Antimicrobial and Antioxidant Properties of Rosemary and Sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) Essential Oils. *Journal of agricultural and food chemistry.* 55. 7879-85. 10.1021/jf0715323.
- Brahmi, F., Adjaoud, A., Marongiu, B., Procedda, S., Piras, A., Falconieri, D., Yalaoui-Guellal, D., Elsebai, M. F., Madani, K. and Chiban, M. (2016). Chemical composition and *in vitro* antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities of the essential oils of *Mentha pulegium* L. and *Mentha rotundifolia* (L.) Huds growing in Algeria. *Industrial Crops and Products.* 10.

- Brahmi, F., Adjaoud, A., Marongiu, B., Procedda, S., Piras, A., Falconieri, D., Yalaoui-Guellal, D., Elsebai, M. F., Madani, K. and Chiban, M. (2016). Chemical composition and *in vitro* antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities of the essential oils of *Mentha pulegium*L. and *Mentha rotundifolia*(L.) Huds growing in Algeria. *Industrial Crops and Products*.10.
- Brahmi, F., Madani, K., Dahmoune, F., Rahmani, T., Bousbaa, K., Oukmanou, S., Chibane, M. (2012). Optimisation of Solvent Extraction of Antioxidants (Phenolic
- Bremss, L. *Plantesaromatiques et médicinales 700 espèce*. A Dorling Kindersley Book. Paris: Larousse, 2011. 190 p.
- Bruneton, J. (1999). *Pharmognosie, phytochimie, plantes médicinales*. (Lavoisier, Ed.) (2^{ème} édit). paris.
- Carbonell-Barrachina, Á.A. 2010. Composition of oregano essential oil (*Origanum vulgare* L.) as affected by drying method. *Journal of FoodEngineering*, 98(2): 240–247.
- ChahrazedBekhechi, FewziaAtikBekkara, Djamel EddineAbdelouahid, Félix Tomi & Joseph Casanova (2007) Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil of *Thymus fontanesii*Boiss. et Reut. from Algeria., *Journal of Essential Oil Research*, 19:6, 594-596, DOI: 10.1080/10412905.2007.9699339
- Chaintreau A., Joulain D., Marin C., Schmidt CO., Vey M., 2003. Quantification of fragrance compounds suspected to cause skin reactions. *J Agric. Food. Chem.* 51 : 398-403.
- Chemat F., Lucchesi ME., Smadja J., 2004. Solvent-free microwave extraction of volatile natural substances. *Brevet Américain*, US 2004/0187340 A1.
- Connolly, J.D., Hill, R.A., 1991. Dictionary of Terpenoids. Vol. 1: Mono- and Sesquiterpenoids, Vol. 2: Di- and higher Terpenoids, Vol. 3: Indexes. Chapman & Hall London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.
- Costa R., Rubiolo P., 2008. Quantitative analysis of essential oils: a complex task. *FlavourFragr. J.* 23 : 382-391.
- Croteau, R., Kutchan, T.M. and Lewis, N.G. (2000) Natural Products (SecondaryMetabolites). *Biochemistry and MolecularBiology of Plants*, 24, 1250-1319.
- Cseke, L. J., Kirakosyan, A., Kaufman, P. B., Warber, S., Duke, J. A., &Briemann, H. L. (2006). *Natural Productsfrom Plants*. (taylor&francis Group, Ed.).
- Dahmane El Montassir, Eddarir Said, Aubert Gérald, BouamamaHafida&TaourirteMoha (2010) Essential Oil Composition and AndmicrobialAcdvity of *Rosmarinus tournefortii* De Noe., an Endemic Species in Morocco, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 13:3, 336-339, DOI: 10.1080/0972060X.2010.10643831
- Dalluge, J., Beens, J. et Brinkman, U.A.T. (2003) "Comprehensive two-dimensional gas chromatography: a powerful and versatile analytical tool." *Journal of chromatography A*, 1000: 69-108.
- Dastmalchi, K., Damien Dorman, HJ., Oinonen, PP., Darwis, Y., Laakso, I., Hiltunen, R., 2008. Chemical composition and in vitro antioxidative activity of a lemon balm (*Melissa officinalis* L.) extract. *Food. Sci. tech LWT*. 41 (3), 391-400.
- DE CHAMBERET, T ; BAPSIT,J ; ANNE,CESAR,J ; POIRET,J ;
- De Figueiredo A.C., Barroso J.G., Pedro L.G.& Scheffer J.C., 2008. Factoryaffectingsecondarymetabolites production in plants : volatile components and essential oils .*Flavour Fragrance Journal* Vol.23 : 213-226 .

- Deans S.G. & Ritchie G., 1987.- Antibacterial properties of plant essential oils. *International Journal of Food Microbiology* 5:165-180.
- DELAVEAU, P. 1987- Les épices, histoire, description et usage des différentes épices, aromates et condiments, Paris :Ed Albin Michel, p 371.
- Derridj A. ; Ghemouri G. ; Meddour R. et Meddour-Sahar O. (2009) : Approche ethnobotanique des plantes médicinales en Kabylie (Wilaya Tizi-Ouzou, Algérie). *Proceeding of the International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants-SIPAM 2012. Acta-Horticulturae. Number 997*-pp: 4255-433.
- DEWICK P.M. *Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach*, 2nd ed. Wiley, New York. 2001; 198–200.
- Diamanto M. Lazari, Helen D. Skaltsa & Theophanis Constantinidis (2000) Composition of the Essential Oil of *Herniaria incana* Lam. from Greece, *Journal of Essential Oil Research*, 12:4, 435-437, DOI: 10.1080/10412905.2000.9699559
- DIAZ R., QUEVEDO S. J., RAMOS C. A., 1988- Phytochemical and antibacterial screening of some species of Spanish Lamiaceae, *Fitoterapia*, 19(4), 329-332.
- Djerroumi A. et Nacef M. (2004). 100 plantes médicinales d'Algérie. Ed: Palais du livre, p 28, 83, 91, 126, 131.
- DUCROS, A.H., 1930-Essais sur le droguier populaire arabe de l'inspection des pharmacies du Caire, *Mem Inst d'Egypte*, 15, p :166+9 planches.
- Dugo, G., Tranchida, P., Cotroneo, A., Dugo, P., Bonaccorsi, I., Marriott, P., Shellie, R. et Mondello, L. (2005) "Advanced and innovative chromatographic techniques for the study of citrus essential oils." *Flavour and Fragrance Journal*, 20: 249-264.
- Dun, V A R *Maculatus*. 2018. "Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of *Cistus Ladanifer* Var . *Maculatus* Dun." (October).
- Dunn, M., Shellie, R., Morrison, P. et Marriott, P. (2004) "Rapid sequential heart-cut multidimensional gas chromatographic analysis." *Journal of chromatography A*, 1056: 163-169.
- DUNSTAN H., FLORENTINE S. K., CALVIÑO-CANCELA M., WESTBROOKE M. E., PALMER G. C., 2013. Dietary characteristics of Emus (*Dromaius novaehollandiae*) in semi-arid New South Wales, Australia, and dispersal and germination of ingested seeds. *CSIRO PUBLISHING*, 113: 168-176.
- DUPONT, F et GUIGRAND, J.L., 2007-Botanique : systématique moléculaire. Edition 14. Publié par Elsevier Masson, p 285.
- Duval, L. (2012). *Les huiles essentielles à l'officine*. Thèse de doctorat. UFR DE médecine et de pharmacie de Rouen. France. 153p.
- EL Rhaffari L. (2008). Catalogue des plantes potentielles pour la conception de tisanes, l'organisation non gouvernementale italienne (MOVIMONDO), p 11.
- Elberling J, Skov PS. (2007). *Clin Exp Allergy*. 37 : 1676-80. Elhabazi
- Eltz T., Zimmermann Y., Haftmann J., Twele R., Francke W., Quezada-Euan J.J.G. et Lunau K. (2007). "Enflourage, lipid recycling and the origin of perfume collection in orchid bees." *Proc. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.* 274(1627): 2843–2848.

- Essential oil composition of the aerial parts of fresh and air-dried *Salvia palaestina* Benth. (Lamiaceae) growing wild in Jordan. *Natural Product Research*, 26(13):1179–1187.
- European–Pharmacopoeia (2005). Sainte Ruffine, Maissonneuve.
- Fasty D., 2007. Ma bible des huiles essentielles. Leduc Editions. P :20.
- Ferhat M., Kadi I. et Lahouaou A. (2009): Recherche de substances bioactives de l'espèce *Centaurea microcarpa* Coss et Dur. Le Diplôme des Etudes Supérieures en Biologie (DES). Université Mohamed Boudiaf - M'sila. Faculté des sciences et des sciences de l'ingénieur. Département de biologie.
- Figiel, A., Szumny, A., Gutiérrez-Ortiz, A.,
- Franchomme P., Péroël D., 1990. L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Roger Jallois éditeur. Limoges. P:445.
- Gambelunght C. et Melai P. (2002). Absinthe: enjoying a new popularity among young people. *Forensic Science International*, 130, 183 - 186.
- GARNIER G., BEZANGER BEAUQUESNE L., DEBRAUX G., 1961- Ressources médicinales de la flore française. Ed. Vigot Frères .Tome II. Paris.
- Gershezon J. et Dudarova N., 2007. The function of terpenoid products in the natural world. *Natural Chemistry and Biology*. Vol.3 (7) : 407-414.
- GHABRIER J. Y., 2010. Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Henri Poincaré-Nancy1 (France): 165.
- Ghasemi, Abdollah, Masoud Hashemi, and Fatemeh Taherian. 2013. "Essential Oil and Chemical Compositions of Wild and Cultivated *Thymus Daenensis* Celak and *Thymus Vulgaris* L ." *Industrial Crops & Products* 48: 43–48. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.04.004>.
- Gholamrezaie S.L., Mohammadi M., Jalali Sendi J., Abolghasemi S.A. and Roostaie A.M.M. (2013). Extract and leaf powder effect of *Artemisia annua* on performance, cellular and humoral immunity in broilers. *Iranian Journal of Veterinary Research* 14 (1) : 15- 20.
- Ghrabi Z. and Al-Rowaily S.L.R. (2005). A guide to medicinal plants in north Africa. *Artemisia herba alba* Asso. (IUCN), Spain : Malaga, pp. 43-44.
- Gilani A. H. et Janbaz K. H. (1995). Preventive and curative effects of *Artemisia absinthium* on acetaminophen and CCL4- induced hepatotoxicity. *General pharmacology*, 26, 2, 309 - 315.
- Greche, Hassane & Mrabet, Najat & Ismaïli-Alaoui, M. & Benjilali, Bachir & Boukir, Abdellatif. (2009). The Volatiles of the Leaf Oil of *Cistus ladanifer* L. var. *albiflorus* and Labdanum Extracts of Moroccan Origin and their Antimicrobial Activities. *Journal of Essential Oil Research - J ESSENT OIL RES.* 21. 166-173. 10.1080/10412905.2009.9700140.
- Guignard J. L. (2001). Botanique, Systématique moléculaire. Ed : MASSON. pp 209 - 262.
- Guignard J.L., 1995. Abrégé de botanique. Ed. Masson, 285 p.
- Guignard J.L.; Cosson L. et Henry H., 1995 : Abrégé de phytochimie ; Hason. 224p.
- Haddouchi F., Lazouni H., Ahammer KA., Carson CF., Riley TV., 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J. Appl. Microbiol.* 86:985-990.

- Hammami, Saoussen et al. 2015. "Volatile Profile of *Herniaria Fontanesii* Growing Spontaneously in Tunisia." (10): 1–4.
- Hammer K.A., Carson C.F. & Riley T.V., 1999.- Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts, *Journal of Applied Microbiology*. 86: 985–990.
- Hamza N. (2011). Effets préventif et curatif de trois plantes médicinales utilisées dans la Wilaya de Constantine pour le traitement du diabète de type 2 expérimental induit par le régime « *high fat* » chez la souris C57BL/6J. Thèse de doctorat en science alimentaire. Université Mentouri, Constantine, pp. 62-63.
- Hanaoka, K., Sieffermann, J.-M. et Giampaoli, P. (2000) "Effects of the sniffing port air makeup in gas chromatography-olfactometry." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 2368-2371.
- Harborne, J. (1994). *Introduction to Ecological Biochemistry*. (A. Press, Ed.) (4th Edition).
- HARLEY, RM ; ATKINS, S ; BUDANTSEV, AL ; CANTINO, PD ; CONN, BJ ;
- Harrar. A, Activités antioxydantes et antimicrobiennes d'extraits de *Rhamnus alaternus* L. mémoire de magister université de Sétif, 2012, p : 8-9
- Hassan, Amhamdi et al. 2009. "Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil of Thyme (*Thymus Vulgaris*) from Eastern Morocco." (October 2015).
- Hatimi S., Boudouma M., Bichichi M., Chaïb N. and Idrissi N.G. (2000). Evaluation in vitro de l'activité antileishmanienne d'*Artemisia herba-alba* Asso. *Thérapeutique* Manuscrit n° 2162.
- Hayakawa R. (1987). *Contact Dermatitis*, 16: 272-274.
- Hazzit, Mohamed & Baaliouamer, Aoumeur & Verissimo, Ana & Faleiro, M. Leonor & Miguel, Maria. (2009). Chemical composition and biological activities of Algerian Thymus oils. *Food Chemistry*. 116. 714-721. 10.1016/j.foodchem.2009.03.018.
- Hernandez Ochoa, L.R., 2005. Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine "solvant/actif" d'origine végétale.
- HOPKINS W. G., 2003. *Physiologie végétale*. 2^{ème} édition américaine, de Boeck et Lancier S A, Paris: 514.
- Houël E., 2011. Etude des substances bioactives issues de la flore amazonienne. Analyse de préparations phytothérapeutiques à base de *Quassia amara* L. (Simaroubaceae) et *Psidium acutangulum* D.C. (Myrtaceae) utilisées en Guyane Française pour une indication antipaludique. Identification et analyse métabolique d'huiles essentielles à activité antifongique. Thèse de doctorat en chimie des substances. Université des Antilles et de la Guyane. 220P.
- I.T.E.I.P.M.I., 1991- Généralités sur le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.). Fiches techniques élaborées à partir de sources multiples. Mise à jour (Janvier), pp.2-5,7-12. CARDANO VIC BRUNET, JASNA M, SONJA M, DJILAS GORDANA S, CETKOVIC AND, VESNA T TUMBAS .Free radical scavenging activity of wormwood (*Artemisia absinthium* L) extracts. *J Sci Food Agric*. 2005;85:265-272.
- Ilbert, H., Hoxha, V., Sahi, L., Courivaud, A., & Chailan, C. (2016). *Le marché des plantes aromatiques et médicinales : analyse des tendances du marché mondial et des stratégies économiques en Albanie et en Algérie*. (France Agir Mer, Ed.).
- Imelouane, B & El Bachiri, Ali & Ankit, M & Khedid, Khadija & Wathelet, J & Hassan, Amhamdi. (2019).

ESSENTIAL OIL COMPOSITION AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ARTEMISIA HERBA-ALBA ASSO GROWN IN MOROCCO.

- Info, Article. 2014. "ReviewStudy on EthnobotanicalStudy of Medicinal Plants Used in Relief of Toothache in L Orestan P Rovince , I Ran." 4(Suppl 2).
- Iriadam M., Musa D., Gùmùshan H. and Baba F. (2006). Effects of two Turkish medicinal plants *Artemisia herba-alba* and *Teucrium polium* on blood glucose levels and other biochemical parameters in rabbits. *Journal of Cell and Molecular Biology* 5: 19-24.
- Iserin P. (2001). Encyclopédie des plantesmédicinales. Ed : Larousse Bourdasse. Paris. P335.
- ISERIN P., MASSON M., RESTELLINI J. P., YBERT E., DE LAAGE DE MEUX A., MOULARD F., ZHA E., DE LA ROQUE R., DE LA ROQUE O., VICAN P., DEELESALLE -FEAT T., BIAUJEAUD M., RINGUET J., BLOTH J., BOTREL A., 2001. Larousse des plantesmédicinales : identification, préparation, soins. 2éme édition de VUEF, Hong Kong: 335.
- Jiménez-Arellanes et al. (2006). *Thymus vulagris* a potential source of antituberculosis compounds. *Pharmacologyonline.*, 3 :569-574.
- Jorge A. Pino, Aristides Rosado & Victor Fuentes (1997) Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia absinthium* L. from Cuba, *Journal of Essential Oil Research*, 9:1, 87-89, DOI: 10.1080/10412905.1997.9700720
- Joulain, D., &Konig, W. (2002). *the atlas of spectral Data of sesquiterpene Hydrocarbones* (E.B.Verlag). Hamburg, Germany.
- Kabouche, Ahmed &Ghannadi, Alireza &Kabouche, Zahia. (2009). *Thymus ciliatus* - The Highest Thymol Containing Essential Oil of the Genus. *Natural product communications.* 4.. 1251-1252. 10.1177/1934578X0900400918.
- Kadri, Adel et al. 2011. "Chemical Composition and Antioxidant Activity of *MarrubiumVulgare*L . Essential OilfromTunisia." 10(19): 3908–14.
- KatayounMorteza-Semnani&MadjidSaeedi (2004) The essential oil composition of *Marrubiumastracanicum* Jacq. from Iran, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 7:3, 239-242, DOI: 10.1080/0972-060X.2004.10643399
- Kavishankar G.B., Lakshmidivi N., Murthy S. M., Prakash H.S. and Niranjana S.R. (2011). Diabetes and medicinal plants. *International Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences* 2 (3) : 65-80.
- Ko Y. D., Kim J. H., Adesogan A. T., Ha H. M. et Kim S. C. (2006). The effect of replacing rice straw with dry wormwood (*Artemisia sp.*) on intake, digestibility, nitrogen balance and ruminal fermentation characteristics in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 125, 99- 110.
- Koechlin-Ramonatxo C., 2006. Oxygène, stress oxydant et supplémentsantioxydantesou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. *Nutrition clinique etmétabolisme.* 20 : 165–177.
- Koneman EW., Allen SD., Janda WM., Scherckenberger PC., Winn WC., 1997. *Color Atlas and Textboo of Diagnostic Microbiology*. Philadelphia: Lippincott-Raven.
- Kopp S., Schweizer WB., Altman KH., 2009. Total synthesis of Valerenic Acid. *Synlett.* 1769-1772.

- KORDALIS, CAKIR A, MAVI A, KILIC H, YILDIRIM A .Screening of chemical composition and antifungal and antioxidant activities of the essential oils from three Turkish Artemisia species, *J.Agric. Food Chem.*2005; 53(5):1408-1416.
- Krishna D., Chaluvadi M., Raj N. and Sripal R. 2001., Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian J. Pharmacol.* 33: 2-16.
- Lachenmeier D. W., Emmert J., Kuballa T. et Sartor G. (2006). Thujone - Cause of absinthism. *Forensic Science International*, 158, 1 - 8.
- Laggoune, S., Öztürk, M., Erol, E., Duru, M. E., Abaza, I., Kabouche, A. and Kabouche, Z. (2016). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oil of *Mentha spicata L.* from Algeria. *Journal of Materials and Environmental Science*, 7 (11): 4205-4213.
- Lahlou M., 2004. Essential oils and fragrance compounds: bioactivity and mechanisms of action. *Flavour .Fragr. J.* 19, 159–165.
- Laib, I, Etude des activitésantioxydants et antifongique de l’huileessentielle des fleurs sèches de Lavandula officinalis sur les moisissures des légumes secs. Mémoire de Magister université de Constantine, 2011, p : 27
- Landsdown, R.V. (2014). *Mentha spicata*. The IUCN Red List of Threatened species. “www.iucnredlist.org”.
- Lardry JM., Haberkorn V., 2007. Les HuilesEssentielles :principesd’utilisation. *Kinesitherapy Reviews*. 61: 18-23.
- LAWLESSJ.Illustrated Encyclopedia of Essential Oils. Barns and Noble, New York, Part 1. 1999; p 36.
- Lawrencet Brian M., 2000. Essential oils: from agriculture to chemistry. *J.Aromatherapy*. 10: 82-98.
- Lee KW., Kim YJ., Lee HJ., Lee CY., 2003. Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than teas and Red Wine. *J. Agric. Food. Chem.* 51: 7292-7295.
- Lehotay, S.J. et Hajslova, J. (2002) "Application of gas chromatography in food analysis." *Trends in Analytical Chemistry*, 21: 686-697.
- Lianga YZ., Xieb P., Chan K., 2004. Quality control of herbal medicines. *J. Chromatogr. B*, 812: 53-70.
- Lim D.W., Kim Y.T., Jang Y. J., Kim Y.E. and Han D. (2013). Anti-Obesity Effect of *Artemisia capillaris*Extracts in High-Fat Diet-Induced Obese Rats. *Molecules* 18 : 9241-9252.
- Liu N.Q., KooyF.V.d., Verpoorte R. (2009). *Artemisia afra*: A potential flagship for African medicinal plants?.*South African Journal of Botany* 75 : 185-195.
- Lucchesi M.E., Chemat F. et Smadja J. (2004). "Solvent–free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: comparison with conventional hydro–distillation." *J. Chromatogr A* 1043(2): 323–3
- Lucchesi ME., Chemat F., Smadja J., 2004a. Solvent free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: Comparison with conventional hydro-distillation. *J. Chromatogr. A.* 1043: 323-327.
- Lucchesi ME., Chemat F., Smadja J., 2004b. An original solvent free microwave extraction of essential oils from spices», *Flavour. Fragr. J.* 19: 134-138
- Lucchesi ME., Smadja J., Bradshaw S., Louw W., Chemat F., 2007. Solvent free microwave extraction of *ElletariacardamomumL*: A multivariate study of a new technique for the extraction of essential oil. *J. Food .Engineer.* 79 :1079- 1086.

- Maldi, L. (2014). Mise en évidence des activités antimicrobienne Thème et antioxydante des huiles essentielles et des extraits de *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae) de la région d'El Assafia (W. de Laghouat) Algérie.
- Manuel Viuda-Martos, Esther Sendra, José A. Pérez-Alvarez, Juana Fernández-López, Mahassine Amensour & Jamal Abrini (2011) Identification of Flavonoid Content and Chemical Composition of the Essential Oils of Moroccan Herbs: Myrtle (*Myrtus communis* L.), Rockrose (*Cistus ladanifer* L.) and Montpellier cistus (*Cistus monspeliensis* L.), *Journal of Essential Oil Research*, 23:2, 1-9, DOI: 10.1080/10412905.2011.9700439
- Mercedes Verdeguer, M. Amparo Blázquez & Herminio Boira (2012) Chemical composition and herbicidal activity of the essential oil from a *Cistus ladanifer* L. population from Spain, *Natural Product Research*, 26:17, 1602-1609, DOI: 10.1080/14786419.2011.592835
- Meschler J. P. et Howlett A. C. (1999). Thujone exhibits low affinity for cannabinoid receptors but fails to evoke cannabimimetic responses. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 62, 3, 473 - 480.
- MESSEGUE M., 1973- Mon herbier de santé. Ed. Robert Laffont. Paris.
- Meynadier J.M. Raison-Peyron. N. (1997). Allergie aux parfums. *Re. Fr. Allergol*, 37 : 641-650. Miller.
- Mighri H., Hajlaoui H., Akrouf A., Najjaa H., Neffati M. (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia herba-alba* essential oil cultivated in Tunisian arid zone. *Comptes Rendus Chimie* 13: 380–386.
- Mika A., Minibayeva F., Beckett R., Lüthje S., 2004. Possible functions of extracellular peroxidases in stress-induced generation and detoxification of active oxygen species. *Phytochem. Rev.* 3 :173-193.
- Mohsen, Haouari, and Ferchichi Ali. 2009. "Essential Oil Composition of *Artemisia Herba-Alba* from Southern Tunisia." : 1585–94.
- Mokkedem O. (2004) : les plantes médicinales et aromatiques en Algérie : situation et perspectives. Acte du séminaire international sur le développement du secteur des plantes aromatiques et médicinales dans le bassin méditerranéen. Djerba : 1-3 juin 2004. IRA-ICARDA, ARS-USDA. pp : 28-36.
- Möller K., 2008. La distillation à l'alambic, un art à la portée de tous. Editorial UNICO. P : 152.
- Montassir, Dahmane El, Eddarir Said, Aubert Gérald, and Bouamama Hafida. 2013. "Essential Oil Composition and Antimicrobial Activity of *Rosmarinus Tournefortii* De Noe., an Endemic Species in Morocco." 5026.
- Moon, H.K., Hong, S.P., Smets, E. and Huysmans, S. (2009). Micromorphology and character Evolution of Nutlets in Tribe Mentheae (Nepetoideae, Lamiaceae). *Systematic Botany*, 34(4): 760-776.
- MORALES, R ; PATON, AJ et UPSON, T., 2004-Labiatae. In : Kadereit JW (ed) The families and genera of vascular plants VII. Flowering plants dicotyledons: Lamiales (except Acanthaceae including Avicenniaceae). Springer, Berlin, pp: 167-275.
- Morteza-semnani, Katayoun, Mohammad Akbarzadeh, and Kamran Moshiri. 2005. "Essential Oil Composition of *Artemisia Fragens* Willd. from Iran." : 330–31.
- Muanda FN., 2010. Identification de Polyphénols, Evaluation de leur Activité Antioxydante et Etude de leurs Propriétés Biologiques. Thèse de Doctorat. Université Paul Verlaine-Metz. P239.
- *multifida* L." *J. Microbiol. Biotech. Res* 2(2): 244–247
- Muto T., Watanabe T., Okamura M., Moto M., Kashida Y. et Mitsumori K. (2003). Thirteen week repeated dose toxicity study of Wormwood (*Artemisia absinthium*) extract in rats. *The Journal of Toxicological*

Sciences, 28, 5, 471 - 478.

- Nagy, Milan, and Emil Svajdlenka. "Comparison of Essential Oils From." (January 2014): 37–41.
- Nanekarani, S., Goodarzi, M. and Heidari, M. (2012). The Effect of Different Levels of Spearmint (*Mentha Spicata*) Extract on Immune System and Blood Parameters of Broiler Chickens. *APCBEE Procedia*, 4: 135 – 139.
- Neffati Aicha, Skandrani Ines, Ben Sghaier Mohamed, Bouhleb Ines, Kilani Soumaya, Ghedira Kamel, Neffati Mohamed, Chraief Imed, Hammami Mohamed & Chekir-Ghedira Leila (2008) Chemical Composition, Mutagenic and Antimutagenic Activities of Essential Oils from (Tunisian) *Artemisia campestris* and *Artemisia herba-alba*, *Journal of Essential Oil Research*, 20:5, 471-477, DOI: 10.1080/10412905.2008.9700061
- Nicklin J., Graeme K-Cook., Paget RT., Killingtons R., 2000. *Essentielen microbiologique*. Berti édition .paris. P : 3,75.
- Novak, I.; Buzas, G.; Minker, E.; Kolfai, M. et Szendrei, K. *Planta med.* 1966, 14, p: 57.
- Okoh O.O., Sadimenko A.P., Asekun O.T. et J. A.A. (2008). "The effects of drying on the chemical components of essential oils of *Calendula officinalis* L." *Afr. J. Biotech.* 7(10): 1500–1502.
- OSBOURN A. E., LANZOTTI V., 2009. *Plant-derived Naturels Products synthesis, function and application*. Édition SPRINGER, New York: 11-35.
- OULLARD, B., 1977 - *Plantes et champignons : dictionnaire* Edition 2. p 900.
- Ozcan, Chalcha. (2004). Aroma profile of *Thymus vulgaris* L growing wild in Turkey. *Bulgarian journal of plant physiology.*, 30(3-4): 68-73.
- OZENDA, P. (1977). *Flore du Sahara* Edit. du CNRS, p 625.
- PANCKOUCKE, L. TRPIN, F. 1845-*Flore médicale*, Vol. 6, p : 52-63.,
- Paolini, J. (2005). *Caractérisation des huiles essentielles par CPG/IR, CPG/SM (IE et IC) et RMN du carbone-13 de Cistus albidus et de deux Asteraceae endémiques de Corse : Eupatorium cannabinum subsp. corsicum et Doronicum corsicum*. Université De Corse Pascale Paoli.
- Paula B. Gomes, Vera G. Mata & A. E. Rodrigues (2005) Characterization of the Portuguese-Grown *Cistus ladanifer* Essential Oil, *Journal of Essential Oil Research*, 17:2, 160-165, DOI: 10.1080/10412905.2005.9698864
- Pellerin P., 2001. Extraction par le CO₂ à l'état supercritique. *Ann. Fals. Exp. Chim.* V. 94:51-62.
- Pinder, A.R., 1960. *The Chemistry of Terpenes*. Chapman & Hall London, New York.
- Piquet MA., et Hébuterne X., 2007. *Nutrition en pathologie digestive* ; Ed : DOIN ; p: 16,20.
- Portt, L., Norman, G., Clapp, C., Greenwood, M., Greenwood, M.T., 2011. Anti-apoptosis and cell survival: a review. *Biochim. Biophys. Acta* 1813, 238–259. doi:10.1016/j.bbamcr.2010.10.010
- Quezel, P. (1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* (No. 581.965 Q8).
- Quezel, F et Santa. S., 1963 : *Nouvelle Flore de L'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales*, Vol. 1-2, 801-802, Ed. CNRS, Paris France, 1962, 1963.
- Quinlan M. B., Quinlan R. J. et Nolan. M. J. (2002). *Ethnophysiology and herbal treatments of intestinal*

worms in Dominica, West Indies. *Journal of Ethnopharmacology*, 80, 75 - 83.

- Qureshi S., Ageel A.M., Al-Yahya M.A., Tariq M., Mossa J.S. And Shah A.H. (1990). Preliminary toxicity studies on ethanol extracts of the aerial parts of *Artemisia abyssinica* and *A. inculta* in mice. *Journal of Ethnopharmacology* 28 : 157-162.
- Rezaei, Ayat & Khangholi, Shahpour. (2008). Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia absinthium* Growing Wild in Iran. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*. 11. 946-9. 10.3923/pjbs.2008.946.949.
- Richard H., 1992. *Épices et Aromates. Technologie et Documentation Lavoisier*. Paris. P :339.
- Rouessac, F., & Rouessac, A. (2004). *Analyse chimique Méthodes et techniques instrumentales modernes* (6^e édition, Vol. 281).
- Said-Al Ahl, Hussein. (2015). Essential Oil Composition of *Marrubium vulgare* L. Cultivated in Egypt. *International Journal of Plant Science and Ecology*. 1. 138-141.
- SANAGO R., 2006. Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université Bamako (Mali): 53
- Sarni-Manchado, P., & Cheynier, V. (2006). *Les polyphénols en agroalimentaire* (Lavoisier).
- Sarni-Manchado, P., & Cheynier, V. (2006). *Les polyphénols en agroalimentaire* (Lavoisier). Seidel, V. (2006). *Initial and Bulk Extraction in Sarker S. D., Latif Z et Gray A. I., Natural Products Isolation*. (T. 2^{ème} Edition Humana Press Inc, Ed.) (New Jersey).
- Schauenberg P. et Paris F. (2005). Guide des plantes médicinales: analyse, description et utilisation de 400 plantes. Ed: Delachaux et Niestle, pp 204 - 207.
- Schnuch, Axel Wolfgang Uter. (2006). Studies of the importance of airborne contact allergens in the onset of contact dermatitis. Federal Environment Agency. Sell,
- Seddiek S.A., Ali M.M., Khater H.F. and El-Shorbagy M.M. (2011). Anthelmintic activity of the white wormwood, *Artemisia herba-alba* against *Heterakis gallinarum* infecting turkey poults. *Journal of Medicinal Plants Research* 5 (16) : 3946-3957.
- Seddik K., Nadjet I., Abderrahmane B., Daoud H and Lekhmici A. (2010) Antioxydant and antibacterial activities of extracts from *Artemisia herba alba* Asso. leaves and some phenolic Compounds. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4(13) : 1273-280
- Senatore F., Arnold N.A., Piozzi F., 2004. Chemical composition of the essential oil of *Salvia multicaulis* Vahl. var. *simplicifolia* Boiss. growing wild in Lebanon. *J. Chromatogr. A*. 1052 : 237-240.
- Sharopov, Farukh S, Vasila A Sulaimonova, 2012. "Composition of the Essential Oil of *Artemisia Absinthium* from Tajikistan." 2(May 2010):127-34
- Shellie R., Marriott P., Chaintreau A., 2004. Quantification of suspected allergens in fragrances: evaluation of comprehensive two-dimensional GC for quality control. *Flavor. Fragr. J.* 19: 91-98
- SMALL, E et GRACE, D., 2001- *Herbes culinaires pour nos jardins de pays froids* par conseil national de recherches Canada, fabrique, In Edition, p193.
- Snoussi, M., Noumi, E., Trabelsi, N., Flamini, G., Papetti, A. and Feo, V. (2015). *Mentha spicata* Essential Oil: Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities against Planktonic and Biofilm Cultures of

Vibrio spp. Strains. *Molecules*, 20: 14402-14424.

- Sofía Salido, Joaquín Altarejos, Manuel Nogueras & Adolfo Sánchez (2001) Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia herba-alba* Asso ssp. *valentina* (Lam.) Marcl., *Journal of Essential Oil Research*, 13:4, 221-224, DOI: 10.1080/10412905.2001.9699675
- Soysal, Y. (2005). Mathematical Modeling and Evaluation of Microwave drying Kinetics of mint (*Mentha spicata* L.). *Journal of Applied Sciences*, 5(7): 1266-1274.
- SPICHIGER R. E., SAVOLAINEN V., FIGEAT M. & JEANMONOD D., 2002- Botanique systématique des plantes à fleurs. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2e édition, 413 p.
- Squires J.M., Ferreira J.F.S., Lindsay D.S., Zajac A.M. (2011). Effects of artemisinin and *Artemisia* extracts on *Haemonchus contortus* in gerbils (*Meriones unguiculatus*). *Veterinary Parasitology* 175 : 103-108.
- Tahar Dob & Tarek Benabdelkader (2006) Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia herba-alba* Asso Grown in Algeria, *Journal of Essential Oil Research*, 18:6, 685-690, DOI: 10.1080/10412905.2006.9699206
- Tani Z.B., Bendahou M. et Khelil M.A. (2010). Lutte contre la bruche *Acanthoscelides obtectus* et la mite *Tineola bisselliella* par les huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques d'Algérie. *Lebanese Science Journal* 11 (1) : 55-68.
- TARIQ KA, CHISHTI MZ, AHMAD F, SHAWL AS. Anthelmintic activity of extracts of *Artemisia absinthium* against ovine nematodes, *Vet. Parasitol.* 2009;160(1-2): 83-88.
- Tatiana M. Vieira, Herbert J. Dias, Talita C.T. Medeiros, Carlismari O. Grundmann, Milton Groppo, Vladimir C. G. Heleno, Carlos H.G. Martins, Wilson R. Cunha, Antônio E. M. Crotti & Eliane O. Silva (2017) Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of *Artemisia absinthium* Asteraceae Leaves, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20:1, 123-131, DOI: 10.1080/0972060X.2016.1257370
- Taylor, Publisher et al. 2011. "Characterization of the Portuguese-Grown *Cistus Ladanifer* Essential Oil" (January 2015): 37-41.
- Unsicker S.B.G. et Kunert G. 2009. Protective perfumers: the role of vegetative volatiles in plant defense against herbivores. *Current Opinion in Plant Biology* Vol. 12(4):479-485.
- Valnet J. (1992). Phytothérapie: traitement des maladies par les plantes. In « Etude particulière des plantes ». Ed : MALOINE, Paris, 6, pp 167- 439.
- Valnet J., 1983 : Phytothérapie, traitement des maladies par les plantes, Ed. Maloine S. A. Paris.
- VOLAK S., STODOLA J., 1983- Plantes médicinales. Illustrations de Frantisek seven. Ed. Gründ. Paris.
- Walton N.J. et Brown D.E., 1999: Chemical from Plants: Perspectives on plant secondary products; Ed: WORLD SCIENTIFIC; p: 1-14**
- Wan P.J., Pakarinen D.R., Hron R.J., 1995. Alternative hydrocarbon solvent for cottonseed extraction. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 72:653-659..
- Wang L., Yen J.H., Liang H.L., Wu M.J., 2003. Antioxidant Effect of Methanol Extracts from Lotus Plumule and Blossom (*Nelumbo nucifera* Gertn.) *Journal of Food and Drug Analysis*. 11(1): 60-66.
- Wenqiang G., Shufen L., Ruixiang Y., Shaokun T., Can Q., 2007. Comparison of essential oils of clove buds

extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. *Food chem.* 1001: 1558-1564.

- WICHTL M., ANTON R., 2009. *Plantesthérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique.* Édition LAVOISIR, Paris: 38, 41
- WICHTL M., ANTON R., 2009. *Plantesthérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique.* Édition LAVOISIR, Paris: 38, 41.
- Zaim A., El Ghadraoui L. et Farah A. (2012). Effets des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* sur la survie des criquets adultes d'*Euchorthippus albolineatus* (Lucas, 1849). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section Sciences de la Vie, 34 (2) : 127-133.
- Zarai et al.: The in-vitro evaluation of antibacterial, antifungal and cytotoxic properties of *Marrubium vulgare* L. essential oil grown in Tunisia. *Lipids in Health and Disease* 2011 10:161.
- Zawisłak, Grażyna. (2012). Chemical composition of essential oils of *Marrubium vulgare* L. and *Marrubium incanum* Desr. grown in Poland. *Chemija*. 23. 136-140.
- Zekri, N., Elazzouzi, H., Drioche, A., Satrallah, A., Belghiti, M. A. and Zair, T. (2016). Effect of Geographic Locations on Chemical Composition of *M. Spicata* L. Essential oils from Moroccan Middle-Atlas. *Der Pharmacia Lettre*, 8 (4):146-150.
- Zheljazkov, Valtcho D, Charles L Cantrell, Tess Astatkie, and Ekaterina Jeliaskova. 2013. "Distillation Time Effect on Lavender Essential Oil Yield and Composition." 199(4): 195–99.

ملخص

يهدف البحث لاستخلاص الزيوت الأساسية من *Rosmarinustournefortii*, *Artemisia absinthium*, *Marrubiumvulgare*, *Herniaria hirsute* و *CistusladaniferThymus vulgaris* كما يهدف لتحديد التركيب الكيميائي و التوصيف الجزيئي باستعمال تقنية الفصل الاستشرابيالكروماتوغرافي المقرون بمطيافية الكتلة لكل من الزيوت المستخلصة.

كما تطرقت الدراسة لاستطلاع تطور العرض والطلب للنباتات الطبية و العطرية في مدينة الجلفة أين بينت نتائج المسح اهتماما متزايدا بهذا القطاع.

سمح دمج المستخلصات النباتية في الجبن المصنوع محليا من نوع ريكوتا بتطوير منتج جديد لاقى استحسان لجنة التذوق.

الكلمات المفتاحية : زيوت أساسية / ريكوتا / *Rosmarinustournefortii*, *Artemisia absinthium*, *Marrubiumvulgare*, *CistusladaniferThymus vulgaris*, *Herniaria hirsute*, GC/MS

RESUME :

La présente étude se propose de mettre en évidence la composition chimique de quelques plantes steppiques poussant à l'état spontané dans la steppe algérienne.

L'analyse chromatographique par GC/MS permis de caractériser les composés des huiles essentielles extraites de *Rosmarinustournefortii*, *Artemisia absinthium*, *Marrubiumvulgare*, *CistusladaniferThymus vulgaris* et *Herniariahirsute*.

Une enquête a permis d'évaluer l'offre et la demande du secteur des plantes aromatiques et médicinales dans la ville de Djelfa. Les résultats de l'enquête montrent un intérêt grandissant vis-à-vis de cette filière.

L'incorporation des extraits de plantes étudiées dans un fromage type Ricotta produit localement a permis l'élaboration d'un produit alimentaire nouveau qui a été très apprécié par le panel de dégustation.

Mots clés : *Rosmarinustournefortii*, *Artemisia absinthium*, *Marrubiumvulgare*, *CistusladaniferThymus vulgaris*, *Herniaria hirsute*, GC/MS, huile essentielle, Ricotta

ABSTRACT :

The present study aims to highlight the chemical composition of some steppe plants growing spontaneously in the Algerian steppe.

GC / MS chromatographic analysis allowed to characterize the compounds of the essential oil extracted from *Rosmarinustournefortii*, *Artemisia absinthium*, *Marrubiumvulgare*, *CistusladaniferThymus vulgaris* and *Herniaria hirsute*.

A survey assessed the supply and demand of the aromatic and medicinal plants business in the city of Djelfa. The results of the survey show a growing interest in this sector.

The incorporation of the plant extracts in a Ricotta cheese produced locally allowed the development of a new food product which was very appreciated by the tasting panel.

Keywords : *Rosmarinustournefortii*, *Artemisia absinthium*, *Marrubiumvulgare*, *CistusladaniferThymus vulgaris*, *Herniaria hirsute*, GC/MS, essential oil, Ricotta