

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la vie
Département de Biologie et Ecologie Végétale

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا وعلم البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master
Et de l'obtention du diplôme Startup - Brevet dans
le cadre de l'arrêté ministériel 1275
Domaine : sciences de la Nature et de la vie
Filière : sciences Biologiques
Spécialité : Biodiversité et Physiologie Végétale

Intitulé :

EXTRACTION DES HUILES ESSENTIELLES ET HYDROLATS

Présenté par :

le 02/07/ 2023

LAICHE Charaf eddine
MECHERI Marouane

Jury d'évaluation

Présidente :	Pr. CHAIB Ghania	(Professeur, UPMC1).
Examinateur :	Dr CHIBANI Salih	(Maitre de Conférences, UPMC1).
Encadrante :	Dr BOUZID Salha	(Maitre de Conférences, UPMC1)
Co-Encadrante :	Dr ABED Nousseiba	(Maitre de Conférences, UPMC1).

L'année universitaire : 2022-2023

Remerciements

Nous Tenons à exprimer nos plus vifs remerciements à Dieu tout puissant de nous avoir donnée le courage, la volonté, la santé et la patience pour terminer ce travail.

Nos sincères remerciements et notre profonde gratitude au Pr. CHAIB Ghania, de nous faire l'honneur de présider la soutenance de ce mémoire et au Dr CHIBANI Salih d'avoir accepté d'examiner notre mémoire.

On remercie très sincèrement notre encadrante de mémoire ; Dr BOUZID Salha et co-encadrante Dr ABED Nousseiba d'avoir accepté de diriger notre mémoire. Merci pour votre disponibilité, vos conseils, vos encouragements, pour le temps que vous nous avez consacré et surtout pour votre patience pendant la réalisation et la rédaction de ce travail. Nous vous en sommes sincèrement reconnaissants.

DEDICACE

A mes chers parents qui m'ont donné sans rien en retour.

Qui ont toujours cru en moi.

Je vous aime énormément.

A mes sœurs Rahma et Sérine, et mon frère Haider.

A mes chers amis

Islem et Marouane.

A ceux, qui me sont chers, je dédie ce travail

**Laiche Charaf
Eddine**

DEDICACE

A mes chers parents qui m'ont donné sans rien en retour.

Qui ont toujours cru en moi.

Je vous aime énormément.

A mes frères Safouane et Younes.

A mes chers amis

Charaf et Islem

A ceux, qui me sont chers, je dédie ce travail

Mechri
Marouane

Liste des figures

Figure 1 : Diversité des structures de sécrétion des huiles essentielles.....	4
Figure 2 : Schéma du montage de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau.....	8
Figure 3 : Schéma du montage de l'extraction par hydrodistillation.....	9
Figure 4 : Schéma du montage de l'extraction par micro-onde.....	10
Figure 5 : Schéma du montage de l'extraction par CO2 supercritique.....	11
Figure 6 : quelques espèces aromatiques.....	13
Figure 7 : L'espèce <i>Rosmarinus officinalis</i>	16
Figure 8 : Illustration de la partie aérienne fleurie de <i>Lavendula stoechas</i>	18
Figure 9 : Fleur et feuille et fruit d' <i>Eucalyptus globulus</i>	22
Figure 10 : Dispositif d'hydrodistillation Clevenger.....	24
Figure 11 : Dispositif d'Hydrodistillation par le distillateur.....	25
Figure 12 : Huile essentielle d'Eucalyptus.....	28
Figure 13 : Huile essentielle de lavande.....	28
Figure 14 : Huile essentielle de romarin.....	29

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Position systématique du romarin	15
Tableau 2 :	Position systématique de la lavande	19
Tableau 3 :	Position systématique du genre Eucalyptus	22
Tableau 4 :	Le rendement des huiles essentielles	29
Tableau 5 :	La densité des huiles essentielles	30
Tableau 6 :	Le taux des polyphénols	30

SOMMAIRE

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
1. Les huiles essentielles.....	2
1.1. Définition.....	2
1.2. Répartition, localisation et biosynthèse.....	2
1.3. Composition chimique.....	3
1.4. Localisation des huiles essentielles dans la plante.....	3
1.5. Utilisation des huiles essentielles.....	4
1.6. Méthodes d'identification chimique des huiles essentielles.....	5
1.6.1. La chromatographie en phase gazeuse (CPG).....	5
1.6.2. Couplage chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse	5
1.7. Toxicité des huiles essentielles.....	6
1.8. Propriétés physiques des huiles essentielles.....	6
1.9. La conservation des huiles essentielles.....	6
1.10. Méthodes d'extraction.....	7
1.10.1. Distillation par entraînement à la vapeur.....	7
1.10.2. Hydrodistillation.....	8
1.10.3. Extraction par micro-ondes.....	9
1.10.4. Extraction par CO2 supercritique.....	10
1.11. Les plantes produisant les huiles essentielles.....	10
2. Les plantes aromatiques.....	11
2.1. Définition.....	11
2.2. L'usage des plantes aromatiques dans la gastronomie et la cuisine.....	11
2.3. L'usage des plantes aromatiques dans le cosmétique.....	11
2.4. Quelques photo des plantes aromatiques.....	12
3. Caractéristiques de la famille des Lamiacées.....	12
4. Le romarin.....	13
4.1. Etymologie.....	13
4.2. Classification.....	14

4.3. Description botanique.....	14
4.4. Habitat.....	15
4.5. Récolte.....	15
4.6. Usage.....	15
4.7. Industrie agro-alimentaire.....	16
4.8. Alimentation.....	16
5. La lavande.....	16
5.1. Etymologie.....	16
5.2. Description botanique.....	17
5.3. Classification botanique.....	18
5.4. Répartition géographique.....	18
5.5. Ecologie.....	18
5.6. Production et intérêt commercial.....	18
5.7. Usages.....	19
6. L'eucalyptus.....	19
6.1. Présentation du genre.....	19
6.2. Etymologie.....	20
6.3. Description botanique.....	20
6.4. Position systématique.....	21
6.5. Activités biologiques de l'eucalyptus.....	21
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	
1. Matériel végétal.....	22
2. Extraction des huiles essentielles par la technique d'hydrodistillation.....	22
2.1. L'hydrodistillation par Clevenger.....	22
2.2. L'hydrodistillation par le distillateur.....	23
3. Détermination et calcul du rendement.....	24
4. Conservation des huiles essentielles.....	24
5. Densité.....	24
6. Dosages des polyphénols totaux.....	25
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS	
1. Rendement des huiles essentielles.....	26
2. Densité.....	27
3. Dosage des polyphénols.....	28
Discussion.....	29

Conclusion	30
Références bibliographiques	31
Annexe	

Résumés

Résumé

Dans ce travail on vise à extraire les huiles essentielles à partir de plantes locales et disponibles et valoriser leurs hydrolats qui possèdent plusieurs utilisations culinaire, cosmétiques et thérapeutiques, les huiles essentielles ont été extraites des feuilles d'eucalyptus, de la lavande et du romarin par un hydro distillateur de type Clevenger.

Avec la création de notre start up de vente d'huiles essentielles, nous allons respecter le patrimoine national en plantes aromatiques. De plus, il est mentionné que l'utilisation d'huiles essentielles permet la création d'articles uniques et personnalisés. Pour obtenir un avantage concurrentiel, des mélanges d'huiles essentielles spécifiques peuvent être créés pour répondre aux goûts et aux besoins des clients.

L'extraction des huiles essentielles de ces trois espèces par Clevenger et par le distillateur a permis de montrer que les plantes sont riches en huiles essentielles avec un rendement estimé de 2 % pour l'Eucalyptus, de 0,4% pour le Romarin et de 2% pour la Lavande. Pour la lavande et le romarin les taux de polyphénols sont plus élevés avec la valeur de 72,33 et 65,33 μg EAG/ml HE respectivement pour nos huiles qui ont été extraites au laboratoire par rapport aux huiles essentielles du commerce, avec 69,33 et 63,33 μg EAG/ml HE respectivement.

Mots-clés : Extraction, Plantes Aromatiques, Huiles Essentielles, Clevenger, Polyphénols.

Abstract

In this work we aim to extract the essential oils from local and available plants and to valorize their hydrolats which have several culinary, cosmetic and therapeutic uses, the essential oils have been extracted from the leaves of eucalyptus, lavender and rosemary by a Clevenger hydro-distiller.

With the creation of our start up selling essential oils, we will respect the national heritage in aromatic plants. In addition, it is mentioned that the use of essential oils allows the creation of unique and personalized items. To gain a competitive advantage, specific essential oil blends can be created to meet customers' tastes and needs.

The extraction of the essential oils of these three species by Clevenger and the distiller showed that the plants are rich in essential oils with an estimated yield of 2% for Eucalyptus, 0.4% for Rosemary and 2% for Lavender.

For lavender and rosemary, the polyphenols levels are higher at 72.33 and 65.33 μg EAG/ml HE respectively for our oils that were extracted in the laboratory compared to commercial essential oils at 69.33 and 63.33 μg EAG/ml HE respectively.

Keywords: Extraction, Aromatic Plants, Essential Oils, Clevenger, Polyphenols.

الملخص

في هذا العمل، نهدف إلى استخراج الزيوت الأساسية من النباتات المحلية والمتوفرة وتثمين هيدروولاتها التي لها العديد من الاستخدامات في الطهي ومستحضرات التجميل والعلاج، وقد تم استخراج الزيوت الأساسية من أوراق الأوكالبتوس والخزامى وإكليل الجبل بواسطة مقطر كليفنجر المائي.

مع إنشاء شركتنا الناشئة في بيع الزيوت الأساسية، سنحترم التراث الوطني في النباتات العطرية. بالإضافة إلى ذلك، يُذكر أن استخدام الزيوت الأساسية يسمح بإنشاء أصناف فريدة وشخصية. للحصول على ميزة تنافسية، يمكن إنشاء مزيج زيت أساسي معين لتلبية أذواق العملاء واحتياجاتهم.

أظهر استخراج الزيوت الأساسية لهذه الأنواع الثلاثة بواسطة Clevenger والمقتر أن النباتات غنية بالزيوت الأساسية مع عائد يقدر بـ 2% للأوكالبتوس و 0.4% لإكليل الجبل و 2% للخزامى. بالنسبة للخزامى تكون مستويات البوليفينول أعلى عند 72.33 وإكليل الجبل 65.33 g EAG/ml HE للزيوت التي تم استخراجها في المختبر مقارنة بالزيوت الأساسية التجارية عند 69.33 و 63.33 g EAG/ml HE على التوالي.

الكلمات المفتاحية: الاستخراج، النباتات العطرية، الزيوت الأساسية، كليفنجر، البوليفينول.

Introduction

Introduction

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies, ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites.

Actuellement, les plantes aromatiques possèdent un atout considérable grâce à la découverte progressive des applications de leurs huiles essentielles dans les soins de santé ainsi que leurs utilisations dans d'autres domaines d'intérêt économique. Leurs nombreux usages font qu'elles connaissent une demande de plus en plus forte sur les marchés mondiaux vu leurs propriétés médicinales en l'occurrence les propriétés anti-inflammatoires, antiseptiques, antivirales, antifongiques, bactéricides, antitoxiques, insecticides, tonifiantes, stimulantes, et calmantes.

Il existe un grand nombre d'huiles essentielles connues dans le monde et plusieurs milliers d'entre elles ont été caractérisées. Cependant, de ce nombre, une faible proportion seulement présente un intérêt commercial. Cela s'explique par la composition chimique des huiles, les différentes utilisations possibles et leur coût de production.

Quel que soit le domaine d'utilisation des huiles essentielles (agroalimentaire, parfumerie, cosmétique et/ou industrie pharmaceutique), une parfaite connaissance de leurs propriétés est nécessaire pour en contrôler la qualité et y déceler une éventuelle spécificité en vue de leur valorisation.

Les procédés d'extraction sont basés sur la différence de solubilité des composés d'un mélange dans un solvant. Nous nous intéressons ici à l'extraction à partir d'un système solide (la plante).

L'objectif de notre travail est d'extraire les huiles essentielles à partir de plantes locales et disponibles et valoriser leurs hydrolats qui possèdent plus utilisation culinaire, cosmétiques et thérapeutiques.

Notre mémoire se compose de 4 chapitres

Chapitre 1 : synthèse bibliographique

Chapitre 2 : méthode d'extraction

Chapitre 3 : résultats et Discussion

Et enfin une Conclusion et une Annexe

Chapitre 1

Synthèse bibliographique

1. Les huiles essentielles

1.1. Définition

Les huiles essentielles (essences = huiles volatiles) sont : « des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation » (Cavalli J. F., 2002).

Plus récemment, la norme AFNOR, (AFNOR, 2000) a donné la définition suivante d'une huile essentielle : « Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus, soit par distillation à sec ».

Les huiles essentielles sont des liquides huileux aromatiques très concentrés renfermant des mélanges complexes des substances volatils constitués de plusieurs dizaines de composés, se retrouvent dans toutes les parties de la plante (écorces, racines, feuilles, fleurs et fruits) et dans toutes les régions climatiques du globe. Les facteurs environnementaux comme la température, l'irradiance et la photopériode peuvent jouer un rôle primordial sur la qualité et la quantité de l'huile essentielle (Raul, 2005).

Les composants des huiles essentielles peuvent être classés également en deux groupes principaux :

1-les hydrocarbures qui consistent les terpènes, tels que monoterpènes, sesquiterpènes, et diterpènes.

2-Les composés oxygénés, tels que les esters, aldéhydes, cétones, alcools.

Parfois la présence aussi des composés azotés et soufrés (Raul L. H. O., 2005).

1.2. Répartition, localisation et biosynthèse

Les huiles essentielles sont largement réparties dans le règne végétal, les plantes capables d'élaborer les constituants qui composent ces essences sont connues sous le nom de plantes aromatiques, réparties dans un nombre limité de familles comme : Myrtacées, Lauracées, Rutacées, Lamiacées, Astéracées, Apiacées, Cupressacées, Poacées, Zingibéracées, Pipéracées.

Elles peuvent être extraites à partir de tous les organes végétaux : sommités fleuries, écorces, racines, rhizomes, fruits, bois, etc. Au sein d'une même plante, elles peuvent être présentes à la fois dans différents organes. Leur composition peut varier d'une partie de la plante à l'autre, elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes

d'une cuticule. Elles sont alors soit stockées dans une cellule transformée en cellule à essence (Lamiacées), ou dans des poils glandulaires (Lamiacées), des poches sécrétrices, des canaux sécréteurs (Bouras M., 2018).

1.3. Composition chimique

Les huiles essentielles sont des composés naturels très complexes qui peuvent contenir environ 20 à 60 composantes à différentes concentrations. Ils sont caractérisés par deux ou trois composantes importantes à assez hautes concentrations (20-70%) comparés à d'autres composants présentés en quantités de trace.

En effet, les constituants des huiles essentielles peuvent être répartis en deux groupes conférant aux essences aromatiques leurs propriétés antibactériennes :

- Le groupe des terpénoïdes (les composés terpéniques) : il s'agit d'une famille de composés largement répandus dans le règne végétal, ils sont formés par la combinaison de 5 atomes de carbones (C5) nommée : isoprène. Ce groupe est subdivisé en deux sous-groupes : les monoterpènes et les sesquiterpènes.
- Le groupe des phénylpropanoïdes (les composés aromatiques) : sont beaucoup moins fréquents que les composés terpéniques. Ils comprennent plusieurs fonctions : alcool, phénols, dérivés méthoxy, composés méthylène dioxy.

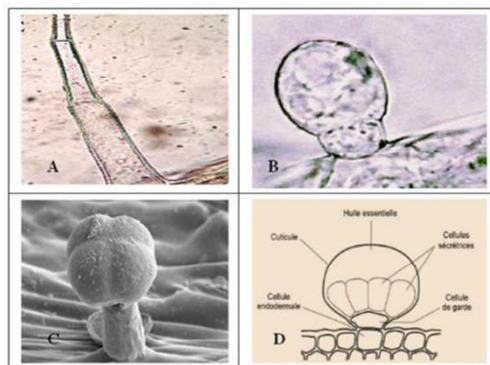
Elles peuvent également renfermer divers produits issus du processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils (Bouras M., 2018).

1.4. Localisation des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles sont produites dans des cellules glandulaires spécialisées recouvertes d'une cuticule. Elles sont alors stockées dans des cellules à huiles essentielles (Lauraceae ou Zingiberaceae), dans des poils sécréteurs (Lamiaceae), dans des poches sécrétrices (Myrtaceae ou Rutaceae) ou dans des canaux sécréteurs (Apiaceae ou Asteraceae). Elles peuvent aussi être transportées dans l'espace intracellulaire lorsque les poches à essences sont localisées dans les tissus internes.

Sur le site de stockage, les gouttelettes d'huile essentielle sont entourées de membranes spéciales constituées d'esters d'acides gras hydroxylés hautement polymérisés, associés à des groupements peroxydes. En raison de leur caractère lipophile et donc de leur perméabilité extrêmement réduite vis-à-vis des gaz, ces membranes limitent fortement l'évaporation des huiles essentielles ainsi que leur oxydation à l'air (Lavoisier., 1993).

- Les poils sécréteurs ou trichomes qui peuvent se présenter sous quatre formes : ils peuvent se composer de plusieurs cellules sécrétrices associées pour constituer un plateau porté par un pédicelle* court, poils peltés*, poils capités* à pieds court ou Lo ou bosselé.
- Les cellules épidermiques : il s'agit de cellules plus petites que les autres cellules épidermiques. Elles sont davantage perméables car leur paroi ne contient pas de cutine ; ce type de cellules se rencontre généralement dans les pétales de fleurs. Chez la rose.
- Les poches sécrétrices : leur genèse débute par la division d'une cellule Parenchymateuse en quatre cellules, qui forment en leur centre une poche. (Figure 1) Dès lors, il existe deux voies d'évolution pour cette poche : soit les cellules entourant la poche, continuent à se diviser tout en formant une seule rangée tout autour ; la poche est qualifiée de schizogène ; soit les cellules, entourant la poche, vont se diviser et s'organiser pour constituer des rangées successives autour de la poche, avec un phénomène de lyse pour les cellules de la rangée la plus interne formant alors une poche schizolysigène.



(A) : poil sécréteur de *Mentha pulegium*, (B) : trichome glandulaire de *Mentha pulegium*, (C) : trichome glandulaire de *Lippia scaberrima* et (D) : structure de trichome glandulaire de *Thymus vulgaris*

Figure 1 : Diversité des structures de sécrétion des huiles essentielles.

1.5. Utilisation des huiles essentielles

Ces produits naturels présentent un grand intérêt comme matière première destinée à différents secteurs d'activité tels que :

En pharmacie

Les HE peuvent être utilisés comme :

- L'aromatisation des médicaments destinés à la voie orale.
- Pour leurs actions physiologiques (Menthes, Verveine, Camomille).

Parfumerie et cosmétologie

De nombreux parfums sont toujours d'origine naturelle et certaines HE constituent des bases des parfums.

Exemples : Rose, Jasmine, Vétiver, Ylang-ylang, etc.... (Samir H., 2009).

Dans l'industrie alimentaire

Les HE (huile de citron, de menthe, de girofle) sont très utilisés dans l'aromatisation des aliments (jus de fruits, pâtisserie) (Cavalli J. F., 2002).

Quel que soit le secteur d'activité, l'analyse des HE reste une étape importante qui, malgré les progrès constants des différentes techniques de séparation et d'identification, demeure toujours une opération délicate nécessitant la mise en œuvre simultanée ou successive de diverses techniques (Cavalli J. F., 2002).

1.6. Méthodes d'identification chimique des huiles essentielles

L'analyse chimique des huiles essentielles permet d'identifier et de quantifier ses composants. Les progrès des méthodes analytiques permettent d'identifier rapidement un très grand nombre de composés. En effet, la CPG est la méthode de référence utilisée pour analyser les huiles essentielles, elle permet l'analyse de mélanges, qui peuvent être de nature très complexe, et de volatilité très variée (Bouras M., 2018).

1.6.1. La chromatographie en phase gazeuse (CPG)

La CPG est une méthode d'analyse par séparation qui s'applique aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition. C'est la technique de séparation la plus utilisée pour l'analyse de la composition chimique des huiles essentielles, car elle permet d'effectuer l'individualisation des constituants à partir d'échantillons de l'ordre du millilitre voire du microlitre.

Les progrès technologiques réalisés dans le domaine des colonnes capillaires, des phases stationnaires et des détecteurs à ionisation de flamme (FID) ont contribué à rendre la CPG incontournable pour l'analyse des huiles essentielles (Paolini J., 2005).

Chaque constituant est caractérisé par un indice calculé à partir d'une gamme d'alcanes ou plus rarement d'esters méthyliques linéaires, dans les mêmes conditions d'analyse des échantillons (Indice de Kováts) (Kováts, 1965), ou en programmation de température (indices de rétention). Les temps de rétention, bien que spécifiques d'un composé, ont tendance à varier d'une analyse à l'autre, notamment du fait du vieillissement des colonnes (Paolini J., 2005).

1.6.2. Couplage chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse (CPG/SM)

La simplicité du couplage entre ces deux techniques, les progrès accomplis dans le traitement en temps réel du signal, la constitution de banques de données de spectre de masse et le développement des algorithmes de comparaison entre le spectre d'un composé inconnu avec ceux répertoriés dans la banque sont à l'origine de la généralisation de l'usage de la CPG/SM

dans les laboratoires d'analyse des composés aromatisants. La CPG sur colonne capillaire constitue une excellente méthode d'introduction de l'échantillon dans le spectromètre de masse. Ainsi, la colonne capillaire est directement couplée à la source d'ions permettant l'ionisation en impact électronique (Bouras M., 2018).

1.7. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque. Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde ou phototoxique (huiles de citrus contenant des furocoumarines). D'autres huiles essentielles ont un effet neurotoxique, les cétones comme l' α -thujone sont particulièrement toxiques pour les tissus nerveux (Guba, 2001).

1.8. Propriétés physiques des huiles essentielles

La plupart des huiles essentielles ont une densité inférieure à celle de l'eau et sont entraînaibles à la vapeur d'eau ; il existe, cependant, des exceptions telles que les huiles essentielles de Sassafras, de Girofle et de Cannelle dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Elles possèdent un indice de réfraction souvent élevé et sont douées de pouvoir rotatoire (Amiour, A., 2017).

Les huiles essentielles s'évaporent et se volatilisent à température ambiante. Très peu solubles dans l'eau à laquelle elles communiquent leurs odeurs, cette eau est dite « eau distillée florale ».

Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools, dans les huiles fixes et dans la plupart des solvants organiques (Amiour, 2017). Leur point d'ébullition est toujours supérieur à 100°C et dépend de leurs poids moléculaires, par exemple les points d'ébullition du caryophyllène, du géraniole, du citral et du α -pinène sont 260°, 230°, 228° et 156°C respectivement (Amiour 2017), mais d'après (Valnet, 1984) les huiles essentielles s'oxydent facilement à la lumière et se résinifient en absorbant de l'oxygène, en même temps, leurs odeurs se modifient, leurs points d'ébullition augmentent et leurs solubilités diminuent. Elles absorbent le chlore, le brome et l'iode en dégageant de la chaleur (Duraffourd et al., 1990).

1.9. La conservation des huiles essentielles

A cause de leur évaporation rapide, leur sensibilité à l'air et à la lumière, les huiles essentielles doivent être conservées dans des flacons opaques et fermés hermétiquement (Valnet, 1984).

1.10. Méthodes d'extraction

Parmi de nombreuses techniques d'extraction des huiles essentielles, la distillation est la méthode la plus ancienne et également la plus utilisée. D'autres techniques plus récentes ont été développées afin d'améliorer le rendement ou la qualité des huiles essentielles extraites, diminuer le temps d'extraction, réduire la quantité du solvant utilisé et accélérer la cinétique d'extraction (Besombes C., 2008).

1.10.1. Distillation par entraînement à la vapeur

La distillation par entraînement à la vapeur est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles (figure 2). Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est placé dans l'alambic sur une plaque perforée située à une certaine distance au-dessus du fond rempli d'eau. Le végétal est en contact avec la vapeur d'eau saturée mais pas avec l'eau bouillante.

La vapeur provoque la rupture d'un grand nombre de glandes qui libèrent leurs composés aromatiques. Les huiles essentielles diffusent donc à travers le végétal pour entrer en contact avec la vapeur d'eau circulant à l'extérieur. Les vapeurs chargées en composés volatils sont ensuite condensées avant d'être décantées. Du fait de leur différence de densité, les HE et l'eau sont séparées en deux phases et les HE sont ensuite récupérées (Bouras M., 2018).

Cette technique permet d'éviter des réactions lors du contact des constituants des huiles essentielles avec l'eau conduisant à des changements dans la composition finale de l'extrait. En outre, elle agit mieux avec les huiles essentielles contenues dans les glandes situées à la surface du végétal. La distillation à la vapeur des huiles essentielles non superficielles est plus longue et exige plus de vapeur que celle des HE superficielles.

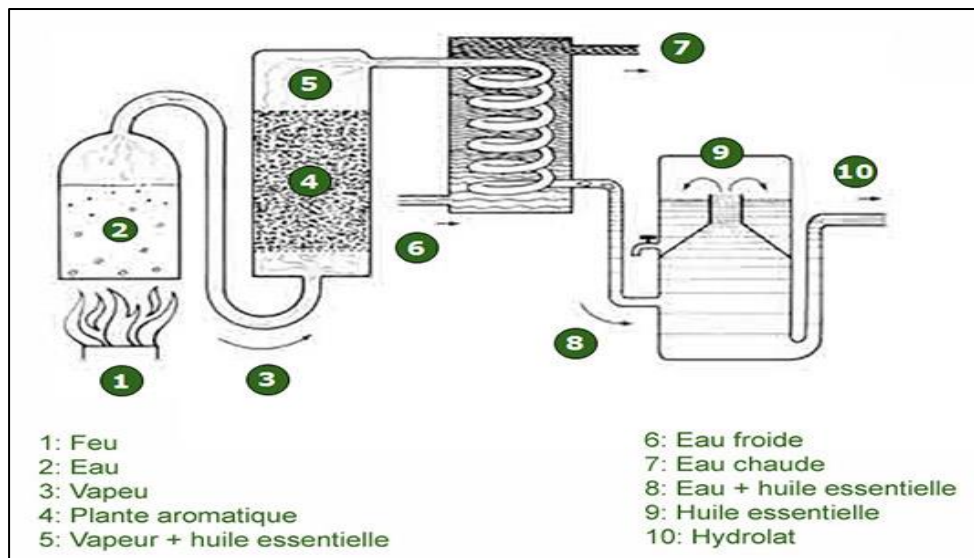


Figure 2 : Schéma du montage de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau.
 (Anonyme 1)

1.10.2. Hydrodistillation

Dans un premier temps, l'extraction des huiles essentielles se fait en plongeant la matière première dans l'eau puis porter à ébullition, c'est l'hydrodistillation (figure 3). Par la suite, la matière première et l'eau sont séparées : soit l'eau est placée au fond de la cuve avant d'être portée à ébullition pour qu'un courant de vapeur d'eau traverse la matière première, c'est la vapo-hydrodistillation ; soit la vapeur d'eau est générée dans une chaudière à l'extérieur de l'alambic, technique dite vapo-distillation. Dans ces divers cas, la vapeur d'eau chargée d'huile essentielle est dirigée vers un condenseur formé généralement d'un serpentin, à tubes parallèles, dans lequel circule de l'eau froide. Une fois condensées, eau et huile essentielle sont acheminées vers un essencier ou vase florentin. Dans ce dernier, les deux liquides, non miscibles : l'eau aromatisée et l'huile essentielle. La séparation se fait ensuite par une simple décantation (Besombes C., 2008).

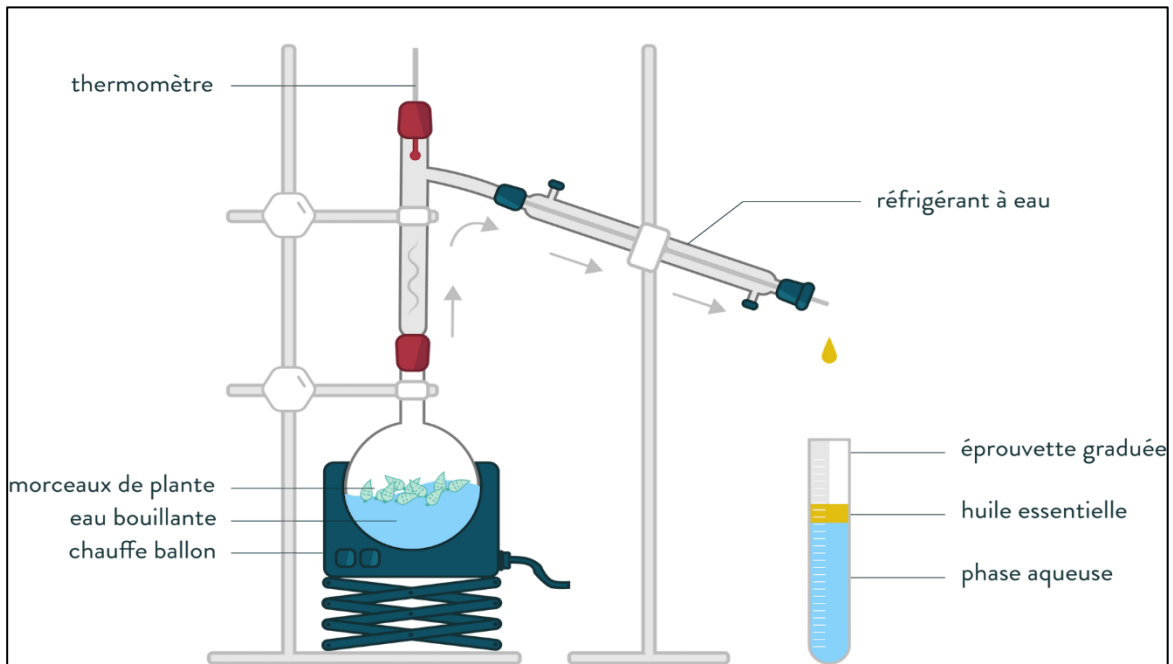


Figure 3 : Schéma du montage de l'extraction par hydrodistillation. (Anonyme 2)

1.10.3. Extraction par micro-ondes

Au début des années 1990 est apparue une toute nouvelle technique appelée hydrodistillation par micro-ondes sous vide (Figure 4). Dans ce procédé, la matrice végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement et décantation (Zenasni., 2014).

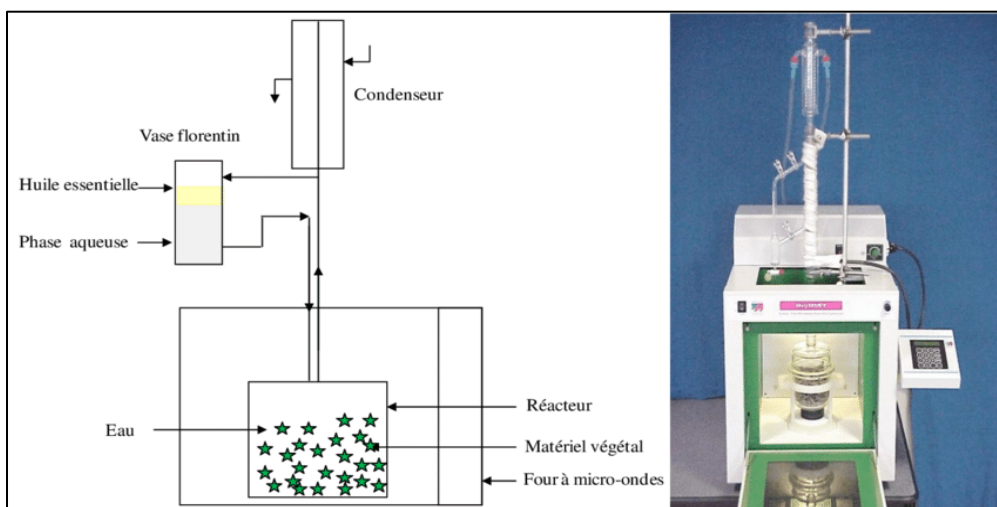


Figure 4 : Schéma du montage de l'extraction par micro-onde.

1.10.4. Extraction par CO₂ supercritique

L'originalité de cette technique repose sur le solvant utilisé : il s'agit du CO₂ en phase supercritique. L'extraction consiste à comprimer le dioxyde de carbone à des pressions et à des températures au-delà de son point critique (P=72.8 bars et T= 31.1°C). A l'état supercritique, le CO₂ n'est ni liquide, ni gazeux, et cela lui confère un excellent pouvoir d'extraction, modulable à volonté en jouant sur la température de mise en œuvre. Les fluides supercritiques comme le CO₂ sont de bons solvants à l'état supercritique, et de mauvais solvants à l'état gazeux (Bouras, 2018).

Les avantages de ce procédé sont les suivants (figure 5) :

- Le CO₂ est totalement inerte chimiquement, il est naturel, non toxique et peu coûteux.
- En fin de cycle, la séparation entre le solvant d'extraction et le soluté pour obtenir l'extrait est facile (simple détente qui ramène le CO₂ à l'état gazeux), avec une récupération quasiment totale et peu coûteuse
- L'extraction des huiles essentielles par le CO₂ supercritique fournit des huiles de très bonne qualité et en temps d'extraction relativement court par rapport aux méthodes classiques. Cependant l'installation industrielle de ce procédé reste onéreuse, et l'appareillage est encore envahissant. (Bouras, 2018).

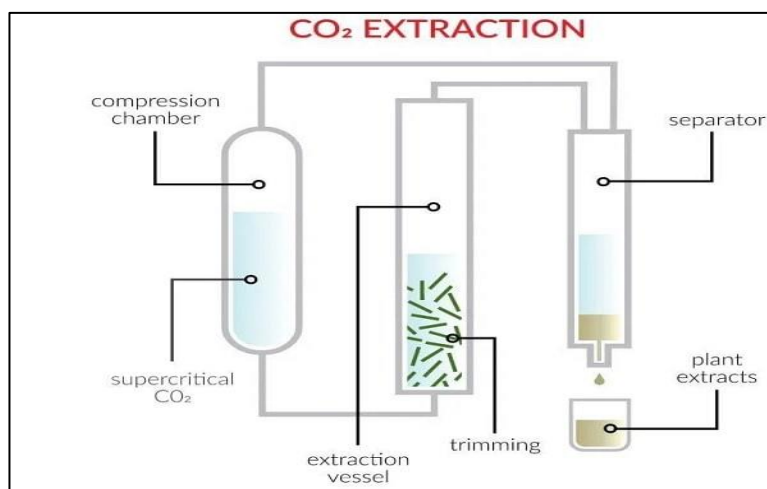


Figure 5 : Schéma du montage de l'extraction par CO₂ supercritique. (Anonymes 3)

1.11. Les plantes produisant les huiles essentielles

Toutes les plantes ne donnent pas des huiles essentielles. Aujourd'hui, environ 10 % des espèces végétales répertoriées sont classées comme des plantes aromatiques pouvant produire une huile essentielle. Ainsi existe-t-il de grandes familles végétales productrices :

Les conifères tels les sapins, Les apiacées (autrefois ombellifères), constituent une famille de végétaux très répandue. Riches en huiles essentielles.

Les astéracées, jadis nommées "composées", constituent la plus importante famille végétale. Les lamiacées aux nombreuses vertus thérapeutiques, d'autres familles sont également très utiles en aromathérapie comme les, les cupressacées avec les cyprès (*Cupressus*), les éricacées avec la gaulthérie (*Gaultheria*), les géraniacées avec les géraniums (*Pelargonium*)...

2. Les plantes aromatiques

2.1. Définition

Les plantes aromatiques sont un ensemble des plantes utilisées en cuisine et en phytothérapie pour les arômes qu'elles dégagent, et leurs huiles essentielles que l'on peut extraire. Ces plantes aromatiques sont cultivées selon les besoins pour leurs feuilles, tiges, bulbes, racines, graines, fleurs, écorce, etc. (Bremness, 2005)

2.2. L'usage des plantes aromatiques dans la gastronomie et la cuisine

L'usage des plantes aromatiques dans la gastronomie et la cuisine, reste fortement ancré dans toutes les cultures méditerranéennes. Menthe, origan, persil, romarin, sauge... sont largement présentes dans notre alimentation quotidienne sans parler de leur rôle thérapeutique indéniable. Elles accompagnent les recettes les plus sages aux plus originales et vous permettent de profiter de leurs bienfaits : fromage à la grecque, omelette aux fines herbes, soupe au pistou, concombre à la menthe pour n'en citer que quelques-unes. . (Bremness, 2005)

2.3. L'usage des plantes aromatiques dans le cosmétique

Les plantes aromatiques entrent dans la composition de nombreux produits cosmétiques, sous forme d'huiles essentielles, d'extraits de plantes ou d'herbes lyophilisées.

Thym est utilisée dans la fabrication de déodorants, pour les soins des peaux et cuirs chevelus gras, dans les démaquillants et aussi dans les dentifrices et les bains de bouche.

Les feuilles de Mélisse sont adoucissantes, astringentes, rafraîchissantes, revitalisantes et sont surtout employées pour les peaux grasses. . (Bremness, 2005)

2.4. Quelques photo des plantes aromatiques



Persil (*Petroselinum Crispum*)



Fenugrec (*Trigonella Foenum- Graecum*)



Laurier Noble (*Laurus Nobilis*)



Lavande (*Lavandula Angustifolia*)



Armoise (*Artemisia Vulgaris*)

Sauge (*Salvia Pratensis*)

Figure 06 : quelques espèces aromatiques

3. Caractéristiques de la famille des Lamiacées

La famille des Lamiacées ou Labiées est une importante famille de plantes dicotylédones qui comprend environ 6000 espèces, et près de 210 genres répandus dans le monde entier, mais surtout dans la région méditerranéenne. Elles sont réparties en sept sous-familles (Ajugoïdeae, Chloanthoïdeae, Lamioïdeae, Nepetoïdeae, Scutellarioïdeae,

Teucroïdeae, Viticoïdeae, Pogostemoïdeae). Ce sont le plus souvent des plantes herbacées, des arbustes et rarement des arbres ou des lianes, producteurs d'huiles essentielles, largement répandus autour du monde et dans tout type de milieux.

La forme de lèvre de la fleur et la présence d'huiles essentielles signent cette famille. Pour la plupart des genres, la section carrée de la tige et les feuilles opposées sont aussi des caractéristiques. De nombreuses espèces de cette famille sont des plantes mellifères, fréquentées par les abeilles (Guignard, 2001).

Les plantes de cette famille sont rarement ligneuses, souvent velues, à tige généralement quadrangulaire. Les feuilles sont opposées et décussées (disposées en paire se croisant d'un nœud à l'autre), dépourvues de stipules, à limbe généralement denté. Les fleurs généralement sont hermaphrodites, à symétrie bilatérale ou parfois presque radiaire. Les sépales (calice) et les pétales (corolle) sont soudés en tubes comportant habituellement quatre ou cinq lobes, ou lèvres, de forme irrégulière (symétrie bilatérale).

Les deux, quatre ou cinq étamines sont attachées à l'intérieur du tube corollaire. L'ovaire est supère, libre et possède deux carpelles. Les Lamiacées possèdent souvent des poils glanduleux et des glandes sous-épidermiques à huiles essentielles les rendant très odorantes (Bonniere et al., 1992).

4. Le romarin

4.1. Etymologie

Le nom « romarin » vient du latin « ros marinus » (rosée de mer), ou bien du grec « rhops myrinos » (buisson aromatique), ou encore du latin « rhus marinus » (Sumac de mer) (Rameau J et al., 2008). On l'appelle également « herbe-aux-couronnes », et en provençal, « encensier » (Huguette M., 2008).

Le Noms vernaculaire est Iklil al jabal, Klil, Hatssa louban, Hassalban, Lazir, Azîir, Ouzbir, Aklel, Touzala

4.2. Classification

Règne	Plantes
Embranchement	Spermaphytes
Sous- embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espec	<i>Rosmarinus officinalis</i> (APG II, 2003)

4.3. Description botanique

Le Romarin, plante commune à l'état sauvage, est l'une des plantes les plus populaires en Algérie, trouvée dans tous les jardins et les parcs en bordure odorante (Zermane A., 2010).

Le romarin est un arbrisseau de la famille des labiées, de 50 cm à 1 mètre et plus, toujours vert, très aromatique, très rameux, très feuillé.

Les feuilles sont coriaces, persistantes, sessiles, linéaires, entières, enroulées sur les bords, vertes et ponctuées dessus, blanches tomenteuses à la face inférieure (Rameau et al., 2008).

Son écorce s'écaille sur les branches les plus âgées, et son odeur est extrêmement odorante et tenace (Makhloof, 2011).

La floraison commence dès les mois de Janvier /Février et se poursuit jusqu'en Avril / Mai

Les fleurs sont réunies au sommet des rameaux, bleues pâles à blanchâtre, pratiquement sessiles, disposées en petites grappes axillaires et terminales, bractées tomenteuses lancéolées (Rameau et al., 2008).



Figure 07 : L'espèce *Rosmarinus officinalis*

4.4. Habitat

Les régions de la méditerranée représentent une zone principale d'existence des différents types de romarin ; cette plante occupe de vastes superficies du nord de l'Afrique, et du sud de l'Europe. Il apprécie les climats chauds ou modérément secs (Iserin, 2001).

En Algérie, onze recouvrent plus de 70000 ha du territoire national (Boukhelfa T., 1991).

4.5. Récolte

Le romarin fleurit de Janvier jusqu'à l'automne, c'est presque toute l'année que l'on peut en faire la cueillette, toutefois la meilleure époque en vue de la distillation s'étend de Mai à Juillet et même jusqu'à Septembre. La parfumerie demande toute la plante fleurie, coupée par un temps chaud et sec (Perrot et al.,1971).

4.6. Usage

Le romarin fut longtemps utilisé empiriquement en phytothérapie. Le miel de romarin, aussi appelé « Miel de Narbonne » était un des multiples constituants de la thériaque de la pharmacopée maritime occidentale au XVIIIe siècle. Des études modernes montrent les effets du romarin sur différentes parties de l'organisme (Pixabay., 2018).

Le romarin est un stimulant antispasmodique et cholagogue. On l'indique pour ses qualités stimulantes dans les dyspepsies atoniques, les fermentations intestinales, les asthénies, le surmenage, les états adynamiques des fièvres typhoïdes ou muqueuses, de la grippe. En sa

qualité d'antispasmodique, il est bénéfique dans le catarrhe chronique des bronches, la coqueluche, les vomissements nerveux ; c'est un bon cholagogue utilisé dans les cholécystites chroniques, certaines ascites et cirrhoses, les ictères ; c'est aussi un emménagogue (aménorrhée dysménorrhée) et un diurétique (hydropisies), un anti-VIH et anti-cancer (Bousbia N., 2011).

Pour les traitements externes (entorses, foulures, contusions, torticolis), on emploie les sommités infusées dans de l'alcool. L'extrait alcoolique lui-même agit sur les ulcères, les plaies, les dermatoses parasitaires. La décoction aqueuse s'utilise en gargarismes (angines) et en bains de bouche (aphtes) ou elle est ajoutée à des bains stimulants, soigne les blessures, soulage les maux de tête, améliore la mémoire et la concentration, fortifie les convalescents, combat les effets du stress et de la fatigue, traite l'inflammation des voies respiratoires et de la sphère ORL (Bousbia N., 2011).

4.7. Industrie agro-alimentaire

Les extraits végétaux de romarin présentent un pouvoir antioxydant important, et peuvent être appliqués à la conservation des aliments et des huiles lipidiques, ces propriétés sont dues aux acides polyphénoliques (rosmarinique, caféique) (Zoubeidi C., 2004).

4.8. Alimentation

L'épice et l'huile de romarin sont largement utilisés en alimentation, l'épice est utilisée dans les aliments cuits, viande, les aliments industriels, avec le niveau maximum utilisé d'environ 0,41% dans les aliments cuits. L'huile est utilisée dans les desserts glacés, confiseries, gélâtines. Le romarin est utilisé en infusions, sous forme de poudres, extraits sec ou autres préparations galéniques pour usage interne et externe, principalement contre les douleurs d'estomac (Zoubeidi, 2004).

5. La lavande

5.1. Etymologie

Le mot lavande dérive du verbe « laver ». Il est peut-être issu de l'italien *lavando* (action de laver). Cette étymologie laisse penser que très tôt la lavande a été utilisée pour parfumer le linge fraîchement lavé. Aussi *Lavandula* et lavande soient tirés du latin « *livere* » (qui signifie "pour être bleuâtre") qui, en latin médiéval, a donné le terme *lavindula* (Benabdelkader, 2012). Noms vernaculaires de *lavandula steochas* selon (Bellakhdar et al., 1997) :

Arabe : Halhal, astuhudus, meharga. Berbère: Amezzir, timerza, imezzir.

5.2. Description botanique

La lavande se présente sous la forme d'un arbrisseau ou d'un buisson très aromatique et très ramifié pouvant atteindre un mètre de haut avec une lourde odeur semblable à celle du pin. Les feuilles opposées de 2-4 cm de long sont sessiles, tomenteuses, oblongues, lancéolées, linéaires, étroites et recourbées sur les bords et sont souvent grises. Les inflorescences de coupe carrée sont sessiles, compactes et surmontées d'une couronne de bractées florales violettes, élargies, stériles, obovales ou spatulées de 1 à 2 cm de longueur. Les bractées fertiles sont largement ovales, membraneuses, veinées et plus courtes que le calice. Le Calice est sessile, à treize nervures avec des lobes moyens modifiés en un appendice. (Chaytor, 1937)

La Corolle est de couleur violet foncé ou mauve, les stigmates sont capités. Le nombre de chromosomes dans tous les taxons étudiés est de $2n = 30$. Les fruits sont sans intérêt économique. Ils permettent cependant la production de graines, Le fruit est un akène plus exactement appelé "nucule" (Chaytor, 1937).

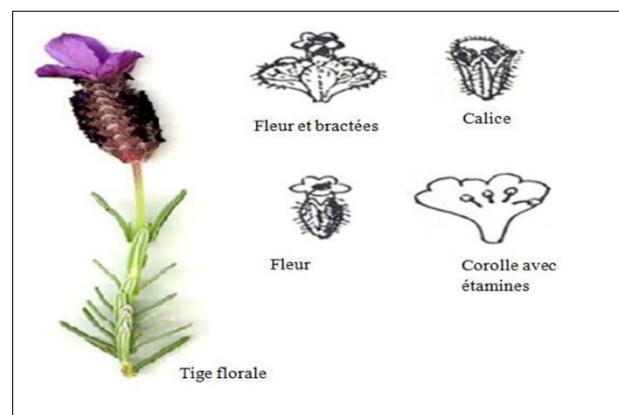


Figure 8 : Illustration de la partie aérienne fleurie de *Lavendula stoechas* (Benabdelkader, 2012)

5.3. Classification botanique

Règne	Plantae
Sous règne	Plantes vasculaires
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Dialypétales
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Sous-famille	Nepetoideae
Genre	Lavandula
Espèce	<i>Lavandula stoechas</i> L. (APGII, 2003)

5.4. Répartition géographique

Lavandula stoechas a été historiquement la première lavande à être formellement décrite et dont le territoire géographique est le plus vaste. Elle est répandue dans tout le bassin méditerranéen (Europe méridionale, l'Afrique du Nord et le Moyen Orient) avec une petite disjonction sur la frontière Lybie Egypte. (Lis-Balchin, 2002 ; Lim, 2014).

5.5. Ecologie

C'est un arbrisseau aux feuilles persistantes, qui fleurit au printemps. Dans leur habitat naturel, les lavandes vivent sur des sols arides et calcaires ; en fait, elles s'accommodent aux divers types de sols, sauf de ceux qui seraient exagérément humides. Elle supporte d'ailleurs la sécheresse, les sols pauvres et les grands vents. Mais elle préfère les sols siliceux et les terrains acides. Elle tolère le froid jusqu'à -5°C. La floraison, plus précoce que chez les autres lavandes, se déroule d'avril à mai puis en automne (Peter, 2004 ; Lim, 2014).

5.6. Production et intérêt commercial

Commercialement, plus de 462 tonnes d'HE sont produites annuellement à partir d'espèces du genre *Lavandula* (Lawrence, 1992). La popularité persistante et la valeur commerciale de la lavande a été confirmée quand elle a été nommée « herbe de l'année 1999 » par le réseau de la culture et la commercialisation d'herbes médicinales, aromatiques et à parfum aux Etats-Unis d'Amérique.

Leurs HE sont de haut intérêt économique dans les industries des parfums, des cosmétiques, des arômes agro-alimentaires, pharmaceutiques et de nos jours également dans l'aromathérapie (Lis-Balchin, 2002 ; Upson et Andrews, 2004). La proportion des principaux terpènes dans l'HE est un critère d'évaluation de la qualité de l'HE. Les teneurs relatives de ces substances jouent un rôle important dans le choix de telle ou telle variété par l'herboriste ou l'industriel (Lis-Balchin, 2002).

En 2009, les surfaces cultivées en France étaient de près de 15 000 ha pour le lavandin et 4000 ha pour la lavande, la production était d'environ 10 tonnes pendant le début des années 1980.

L. stoechas, est de moindre importance comme source d'HE, mais avec ses hybrides, cette espèce est de plus en plus populaire en tant que plante ornementale (Peyton 1983 in Upson et Andrews, 2004).

5.7. Usages

Les lavandes sont parmi les plantes médicinales les plus utilisées. Des preuves documentées de l'utilisation des lavandes comme agent thérapeutique remontent jusqu'aux anciens Romains, Grecs et Arabes (Lis-Balchin, 2002 ; Dupin et Festy, 2012 ; Lim, 2014). Les espèces du genre *Lavandula* sont aussi des plantes mellifères qui génèrent des miels de couleurs et odeurs propres à chaque espèce. Les fleurs de la lavande fine constituent des sources majeures de nectar pour les abeilles (Guyot-Declerck, 2002). Il a été mentionné que certaines lavandes sont aussi utiles dans l'agriculture biologique comme bio-insecticides. Elles constituent des cultures de choix dans les terres arides (González-Coloma et al., 2006).

Les fleurs de lavande, séchées, sont très résistantes et conservent leurs arômes très longtemps, On peut faire infuser des fleurs de lavande dans du lait, utilisé ensuite pour la préparation de glace ou de crème à la lavande. Dans certaines régions du Maghreb, *Lavandula stoechas* est utilisée dans quelques préparations culinaires comme le couscous (Benabdelkader, 2012).

6. L'eucalyptus

6.1. Présentation du genre

Les Eucalyptus sont pour la plupart de très grands arbres qui font partie de la famille des Myrtacées. On dénombre aujourd'hui plus de 500 espèces différentes d'Eucalyptus. Ils sont originaires d'Australie mais on en retrouve également en Amérique du sud, en Afrique et en Europe, où ils ont appris à s'acclimater. Le terme Eucalyptus a été utilisé pour la première fois

en 1777 par un botaniste français, Charles-Louis L'Héritier de Brutelle. Il a inventé ce nom à partir du grec « eu » qui signifie « bien » et « calyptos » qui signifie « couvert » en référence à l'opercule qui se trouve sur le fruit des Eucalyptus, les capsules. C'est d'ailleurs une caractéristique commune à tous les Eucalyptus (Meksem., 2018).

- Odeur : forte, fraîche, balsamique « odeur d'une baume », camphrée.
- Saveur : chaude aromatique, un peu amère, suivie d'une sensation de fraîcheur prononcée et agréable.
- Biotope : très cultivé sur le littoral dans l'air de l'oranger, il préfère les terrains humides. Le but, c'est d'assainir les régions marécageuses. Comme il est planté fréquemment en bordures de routes et forme beaucoup de bois dans la partie nord de pays.
- Récolte : en Février et en Novembre à la taille des arbres.
- Partie à utiliser : essentiellement par ses feuilles adultes poussant sur les rameaux âgés (Daroui-Mokaddem, 2012).

6.2. Etymologie

« Eu » est un préfixe d'origine grecque et signifiant « bien » et « Kalyptos » veut dire « couverture ». Le nom générique signifie donc : « bien couvert », car les pétales et sépales sont soudés.

- Calitouss « le nom le plus connue en Algérie », on a aussi : Calibtus et Kafor, ces noms sont utilisés dans différentes régions d'Algérie.
- Gommier bleu fait allusion à la gomme résineuse qu'ils exsudent quand ils sont blessés.
- Arbre à fièvre dans les régions où ils sont plantés en prévention du paludisme (Mekkeleche., 2015).

6.3. Description botanique

Les boutons floraux, en forme de toupie, sont côtelés et recouverts d'un opercule aplati portant un bouton central, la Tige lisse, les rameaux sont assez robustes anguleux, le fruit une capsule ligneuse en forme de 15 mm, largement sommitales ou arrondies, noir terne.

Le tronc, dont les lames corticales extérieures sont souvent détachées, les filets des étamines sont allongés, les anthères subovales et les grains de pollen sont de forme triangulaire aplatie oblique. (Lamara et al., 2022)

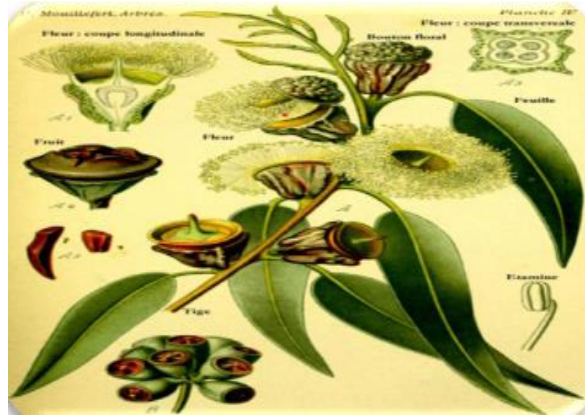


Figure 9 : Fleur et feuille et fruit d'*Eucalyptus globulus* (Boukhatem et al., 2017)

6.4. Position systématique

Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Rosidae
Ordre :	Myrtales
Famille :	Myrtaceae
Genre :	<i>Eucalyptus</i>
Espèce :	<i>Eucalyptus radiata</i> (Cronquist, 1981)

6.5. Activités biologiques de l'eucalyptus

L'effet insecticide des huiles essentielles d'Eucalyptus par contact, ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées, des nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer leur activité insecticide (Ismene M.B., 1995).

Les huiles des Eucalyptus : *globulus*, *citriodora*, *robusta* et *saligna* indiquent une activité antifongique contre différents champignons (Benseddik et Khenfer, 2015 ; Ramzani et al, 2002 ; Sartorelli et al, 2007).

Des tests biologiques sur l'activité antibactérienne des huiles essentielles de différentes espèces d'Eucalyptus sur diverses souches de bactéries se sont révélés positives (Kebisi, 2011 ; Mehani et Segni 2014).

Chapitre 2

Matériels et méthodes

1. Matériel végétal

Notre travail de recherche a été réalisé au sein du laboratoire 2 de la faculté des sciences de la nature et de la vie et au laboratoire de chimie de la faculté des sciences exacte de l'université Constantine 1.

- Une quantité de 0,15 kg des feuilles d'Eucalyptus.
- Une quantité de 0,35 kg des feuilles et fleurs de Lavande.
- Une quantité de 2,75 kg des feuilles et fleurs du romarin.

2. Extraction des huiles essentielles par la technique d'hydrodistillation

Les huiles essentielles des trois espèces végétales (*Rosmarinus Officinalis L*, *Lavandula stoechas L.* et de *Eucalyptus globulus*) sont extraites par la méthode d'hydrodistillation par un appareil de type Clevenger, et par le distillateur.

2.1. L'hydrodistillation par Clevenger

Le matériel végétal est broyé pour faciliter leur introduction dans un ballon en verre de 1 L, rempli d'eau jusqu'aux 2/3 de sa capacité. L'eau est ensuite chauffée dans la chauffe ballon jusqu'à ébullition, ce qui entraîne la formation d'une vapeur qui va entraîner les constituants volatiles. Ces vapeurs s'élèvent et passent dans le réfrigérant qui est constamment refroidi à une température comprise entre 15°C et 18°C.

Après évaporation, l'huile finale obtenue est conservée dans des flacons en verre opaque à une température de 4°C. (Merabet, 2018)



Figure 10 : Dispositif d'hydrodistillation Clevenger.

2.2. L'hydrodistillation par le distillateur

Le procédé consiste à faire traverser une cuve remplie de plantes aromatiques par de la vapeur d'eau. La vapeur d'eau extrait l'essence de la plante et forme avec elle un mélange gazeux homogène. A la sortie de la cuve et sous pression contrôlée, la vapeur d'eau enrichie d'huile essentielle traverse un serpentin et se condense. Le liquide aboutit dans l'essencier (vase florentin) où l'huile essentielle de densité inférieure à celle de l'eau (<1) flotte sur l'eau de distillation (hydrolat) et se recueille par débordement.

Dans cette méthode, contrairement au cleverger, nous avons mis une plus grande quantité de matière végétale, jusqu'à 3kg.

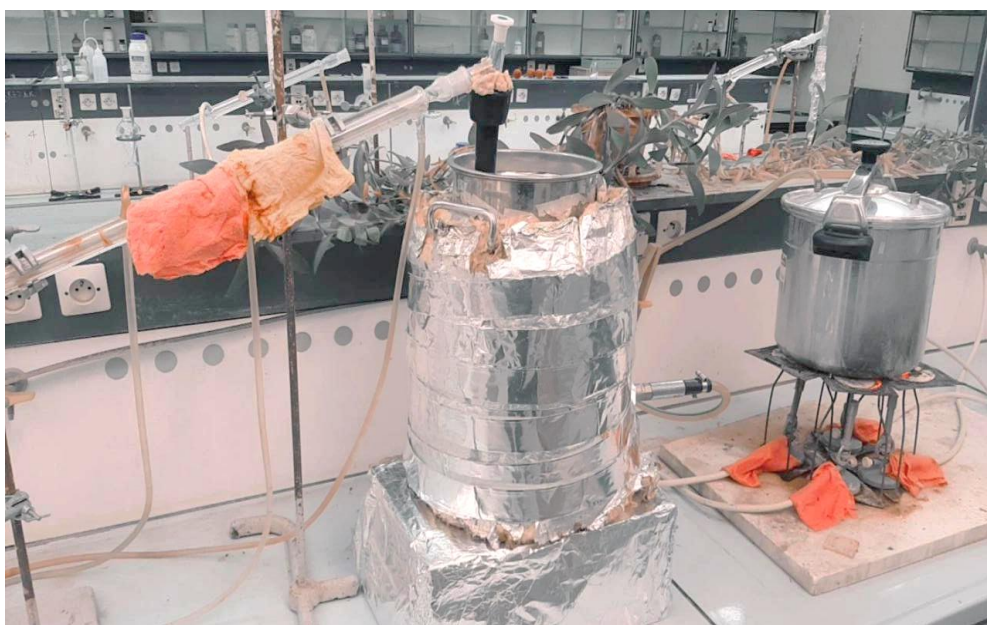


Figure 12 : Dispositif d'Hydrodistillation par le distillateur

3. Détermination et calcul du rendement

Le rendement est la quantité maximale d'huile essentielle que donne une masse donnée de végétal pendant une période donnée. C'est le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue sur la masse du matériel végétal utilisé. On a calculé le rendement en utilisant la relation suivante :

$$R (\%) = \text{Masse (HE)} / \text{Masse (M V S)} \times 100$$

R (%) : Rendement en huile essentielle.

Masse (HE) : masse de l'huile essentielle.

Masse (MVF) : masse du matériel végétal sec. (Merabet, 2018)

4. Conservation des huiles essentielles

Les H.E. extraites ou bien approvisionnées de l'extérieur sont conservées dans des flacons en verre. L'instabilité relative des molécules constitutives des huiles essentielles rend leur conservation délicate. Trois facteurs interviennent dans l'altération des huiles essentielles :

- **La température** : obligation de stockage à basse température (entre 04°C et 8°C).
- **La lumière** : stocker dans l'obscurité et dans un récipient opaque, brun de préférence.
- **L'oxygène** : les flacons doivent être entièrement remplis et fermés de façon étanche, il est possible de recourir à l'adjonction d'antioxydants.

Dans ces conditions la durée de conservation admise est de 02 à 05 ans.

5. Densité

La densité ou la masse volumique est une grandeur physique qui caractérise la masse d'un matériau par unité de volume. (Merabet, 2018)

Méthode de mesure

C'est le rapport entre un certain volume d'huile essentielle et la masse de ce même volume. La densité est ainsi obtenue par g/cm³.

$$d = \rho / \rho_e = m / m'$$

m : masse d'un certain volume HE.

m' : masse d'un égal volume d'eau

6. Dosages des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été réalisé selon la méthode décrite par Wood et al. (2002). A un volume de 30 μ L d'huile essentielle (HE) diluée 1/10, on a ajouté 2,5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu dilué au 1/10e. Le mélange obtenu a été maintenu pendant 2 min à l'obscurité à la température ambiante (27 ± 3 °C) puis 2 mL de solution de carbonate de sodium à 75 g/L y ont été ajoutés. La solution obtenue a été ensuite incubée à 50 °C pendant 15 min. La lecture de l'absorbance a été réalisée au spectrophotomètre UV-visible à une longueur d'onde de 760 nm contre un blanc constitué de 5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu dilué au 1/10e et de 4 mL de la solution de carbonate de sodium à 75 g/L. L'acide gallique a été utilisé comme standard de référence pour l'établissement de la courbe d'étalonnage et pour la quantification des teneurs en polyphénols totaux exprimées en mg d'équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g d'extrait).

Chapitre 3

Résultats et Discussion

1. Rendement des huiles essentielles

L'huile essentielle a été extraite des feuilles d'Eucalyptus par un hydro distillateur de type Clevenger. Nous avons obtenu une huile de couleur jaune avec une odeur agréable et fraîche. Nous avons récupéré 3ml, le rendement obtenu était de 2%



Figure 13 : Huile essentielle et hydrolat d'Eucalyptus

L'huile essentielle a été extraite des feuilles de Lavande par un hydro distillateur de type Clevenger. Nous avons obtenu une huile de couleur jaune avec une odeur agréable et fraîche. Nous avons récupéré 7ml d'huile, le rendement obtenu était de 2 %.



Figure 14 : Huile essentielle de lavande

L'huile essentielle a été extraite du Romarin par un hydro distillateur de type Clevenger. Nous avons obtenu une huile de couleur jaune avec une odeur agréable et fraîche. Nous avons récupéré 11ml d'huile, le rendement obtenu était de 0,4%



Figure 15 : Huile essentielle de romarin

Tableau 4 : Le rendement des huiles essentielles

Espèces	Rendement (%)
Lavande	2%
Romarin	0,4%
Eucalyptus	2%

2. Densité

Nos résultats dans le tableau 2, montrent que nos huiles essentielles extraites dans le laboratoire défient la qualité mondiale parce que les huiles essentielles que nous avons pris comme références pour les comparer à nos résultats représentent une marque importée et qui a une place très importante dans le marché Algérien et le marché international.

Tableau 5 : La densité des huiles essentielles

Les HE	Eucalyptus	Romarin	Romarin commerce	Lavande	Lavande commerce
(g/cm³)	0.84	0,77	0,75	0,9	0,88

3. Dosage des polyphénols

Pour la lavande et le romarin les taux de polyphénols sont plus élevés avec la valeur de 72,33 et 65,33 µg EAG/ml HE respectivement pour nos huiles qui ont été extraites au laboratoire par rapport aux huiles essentielles du commerce, comme mentionnées sur le tableau 3.

Tableau 6 : Le taux des polyphénols

Les HE	Eucalyptus	Romarin	Romarin commerce	Lavande	Lavande commerce
µg EAG/ml HE	71	65,33	63,33	72,33	69,33

Discussion

Les valeurs de la densité ainsi que le taux des polyphénols du romarin et de la lavande sont plus élevées que ceux des mêmes espèces provenant du commerce, ce qui montre la richesse de nos huiles essentielle ainsi que leur très bonne qualité qui défie une marque très connue dans le marché Algérien.

L'Algérie est caractérisée par une richesse et une diversité floristique, qui constitue un véritable réservoir phytogénétique, avec environ 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques. Cette diversité floristique représentée par des plantes aromatiques et médicinales dont la plupart existe à l'état spontané (Bouزيد et al., 2016). Ce mémoire s'inscrit dans le contexte de la valorisation du patrimoine national en plantes.

L'utilisation des huiles essentielles suscite un intérêt croissant en raison de leurs diverses propriétés thérapeutiques et de leurs applications potentielles dans le domaine de la santé. Les huiles essentielles ont démontré des propriétés antimicrobiennes puissantes contre un large éventail de micro-organismes, y compris les bactéries, les champignons et les virus (Nedorostova *et al.*, 2009). Plusieurs huiles essentielles ont montré des propriétés anti-inflammatoires, pouvant aider à réduire l'inflammation et les douleurs associées à des affections telles que l'arthrite et les troubles musculo-squelettiques (Silva *et al.*, 2015).

Certaines huiles essentielles, comme la lavande et la camomille, sont connues pour leurs propriétés relaxantes et anxiolytiques, pouvant aider à réduire le stress, l'anxiété et favoriser le sommeil (Koulivand *et al.*, 2013).

Les huiles essentielles contiennent souvent des composés antioxydants qui peuvent aider à neutraliser les radicaux libres et à prévenir les dommages oxydatifs dans le corps (Bakkali *et al.*, 2008).

Les huiles essentielles sont largement utilisées en aromathérapie pour promouvoir la relaxation, le bien-être émotionnel et physique, ainsi que pour traiter divers troubles de santé tels que les maux de tête, les problèmes digestifs et les affections cutanées (Buchbauer *et al.*, 2011).

De nombreuses études ont été menées afin d'étudier l'utilisation des huiles essentielles dans plusieurs domaines, tel que la cosmétologie (Huang *et al.*, 2021 ; Zhang *et al.*, 2021) , l'aromacologie (parfumerie) (Deussing et Arzt, 2021 ; Buchbauer *et al.*, 2021), l'agriculture et l'horticulture (Singh et Pandey, 2021) et dans l'alimentation (Rosa et Rodrigues, 2021; Ahmed et Yousuf, 2021).

Conclusion
et
Perspective

Conclusion

La découverte progressive des utilisations des huiles essentielles de plantes aromatiques en médecine et dans d'autres domaines d'intérêt économique leur a donné un avantage important aujourd'hui. En raison de leurs nombreuses applications, il y a une demande croissante pour ces substances sur les marchés internationaux en raison de leurs qualités thérapeutiques, en particulier leur capacité à être anti-inflammatoires, antiseptiques, antiviraux, antifongiques, bactéricides, antitoxiques, insecticides, tonifiants, stimulants et apaisants.

Dans ce travail on vise à extraire les huiles essentielles à partir de plantes locales et disponibles et valoriser leurs hydrolats qui possèdent plusieurs utilisations culinaire, cosmétiques et thérapeutiques, les huiles essentielles ont été extraites des feuilles d'eucalyptus, de la lavande et du romarin par un hydro distillateur de type Clevenger.

Dans ce projet de fin d'étude nous avons appris les méthodes d'extractions des huiles essentielles afin de valoriser le patrimoine national en plantes aromatiques avec la création de notre entreprise de vente des huiles essentielles. En outre, on note que les huiles essentielles offrent la possibilité de créer des produits uniques et personnalisés. On peut formuler des mélanges d'huiles essentielles spécifiques pour répondre aux besoins et aux préférences des clients, ce qui peut constituer un avantage concurrentiel.

L'extraction des huiles essentielles de ces trois espèces par Clevenger et par le distillateur a permis de montrer que les plantes sont riches en huiles essentielles avec un rendement estimé de 2 % pour l'Eucalyptus, de 0,4% pour le Romarin et de 2% pour la Lavande. Pour la lavande et le romarin les taux de polyphénols sont plus élevés avec la valeur de 72,33 et 65,33 μg EAG/ml HE respectivement pour nos huiles qui ont été extraites au laboratoire par rapport aux huiles essentielles du commerce, avec 69,33 et 63,33 μg EAG/ml HE respectivement.

Références
Bibliographique

- AFNOR. « Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles ». AFNOR, Paris ; 2000 :661-3
- Ahmed, R., & Yousuf, B. (2021). Essential oils and their potential applications in food preservation: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(8), 3755-3766.
- Amiour, A. (2017). Mémoire de Master : Les plantes aromatiques et les antioxydants. Université des Frères Mentouri Constantine. Algérie.
- Anonyme 1 (<https://blog.bivea.fr/wp-content/uploads/2011/05/fabriquer-huile-essentielle-2.jpg>).
- Anonyme 2 (<https://www.schoolmouv.fr/savoir-faire/realiser-une-hydrodistillation/fiche-pratique>).
- Anonyme 3 (<https://www.conecbd.com/content/13-cbd-les-bases-de-l-extraction-co2-supercritique>).
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Bellakhdar, J., 1997 la pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. IBIS Pess.318 P.
- Benabdelkader, T. (2012). Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatils des lavandes ailées, *Lavandula stoechas sensu lato*, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique. Thèse de Doctorat en Science, Filière de Biologie. Université Jean Monnet-Saint-Etienne (France) en co-tutelle avec l'Ecole normale supérieure de Kouba (Alger, Algérie).
- Benseddik ML et Khenfer B. (2015). Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Thymus algeriensis* contre quelques champignons phytopathogènes des palmes du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L). Master Académique. Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.
- Besombes, C. (2008) Thèse de Doctorat : Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermomécanique d'herbes aromatiques, Applications généralisées. Université de La Rochelle. France.
- Bonniere G., Douin R. (1992). *Labiataea*, 5, 396.
- Boukhatem, M. N., Ferhat, M. A., Kameli, A., et Mekarnia, M. (2017). *Eucalyptus globulus* (Labill.) : un arbre à essence aux mille vertus. *Phytothérapie*. <https://doi.org/10.1007/s10298-017-1114-3>.

- Boukhelfa T. (1991). Apport du couplage CPG/SM ET CPG/TR. Techniques des analyses des mélanges naturels complexe exemple de l'huile essentielle de romarin. U.S.T.B.H. Alger. 126p.
- Bouras, M. (2018) Thèse de Doctorat : Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques. Université Badji mokhtar-annaba. Algérie.
- Bousbia N. (2011). « Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires » ; thèse de doctorat ; université d'Avignon et des Pays de Vaucluse & Ecole Nationale Supérieure Agronomique.
- Bouzid, A., Chadli, R., Bouzid, K., (2016). Étude ethnobotanique de la plante médicinale *Arbutus unedo* L. dans la région de Sidi Bel Abbés en Algérie occidentale. *Phytothérapie* 15 (6), 373-378.
- Bremness, L., Fletcher, N., Ward, M., Griggs, P., Desgranges, T., Baudoux, M., & Garnaud, V. (2005). *Les plantes aromatiques et médicinales: [700 espèces]*. Larousse.
- Buchbauer, G., Jirovetz, L., & Jäger, W. (2011). Aromatherapy: evidence for sedative effects of the essential oil of lavender after inhalation. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 66(11-12), 606-611.
- Buchbauer, G., Jirovetz, L., Jäger, W., & Dietrich, H. (2021). Aromatherapy: Evidence for sedative effects of the essential oil of lavender after inhalation. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 66(11-12), 606-611.
- Cavalli J. F. (2002) Caractérisation par CPG/IK, CPG/SM et RMN du carbone-13 d'huiles essentielles, Madagascar : Université de Corse Pascal Paoli.
- Chaytor, D. A. (1937). A taxonomic study of the genus *Lavandula*. *Journal of the Linnean Society of London, Botany*, 51(338), 153-204.
- Columbia Univ. Press. New York. p 1262.
- Cronquist A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ. Press. New York. p 1262.
- Cronquist A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants.
- Daroui-Mokaddem Habiba. (2012). Etude phytochimique et biologique des espèces *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Smyrniololus atrum* (Apiaceae), *Asteriscus maritimus* et *Chrysanthemum trifurcatum* (Asteraceae). Thèse de doctorat en biochimie appliquée. université badji mokhtar-annaba .pp 57.

- Deussing, J. M., & Arzt, E. (2021). Impact of essential oils on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis. *Frontiers in Endocrinology*, 12, 633305.
- Dupin C, Festy D. (2012). *La lavande, c'est malin : Huile essentielle, fraîche ou séchée, découvrez les incroyables vertus de cette fleur pour la beauté, la santé, la maison.* Leduc Éditions, France.
- Duraffourd C., D'Hervicourt L. et Lapraz J. C. (1990). *Cahiers de phytothérapie clinique. 1. Examens de laboratoires galéniques. Eléments thérapeutiques synergiques.* 2ème éd. Masson, Paris.
- González-Coloma, A., Martín-Benito, D., Mohamed, N., García-Vallejo, M. C., & Soria, A. C. (2006). Antifeedant effects and chemical composition of essential oils from different populations of *Lavandula luisieri* L. *Biochemical Systematics and Ecology*, 34(8), 609-616.
- Guba, R. (2001) Toxicity myths-essential oils and their carcinogenic potentiel. *International Journal of Aromatherapy.*,11, 76-83.
- Guignard J. (2001). *Botanique systématique moléculaire*, Masson, Paris, 221-225.
- Guyot-Declerck, C., Renson, S., Bouseta, A., & Collin, S. (2002). Floral quality and discrimination of *Lavandula stoechas*, *Lavandula angustifolia*, and *Lavandula angustifolia* × *latifolia* honeys. *Food Chemistry*, 79(4), 453-459.
- Huang, C. W., Chow, J. T., Tsai, Y. H., & Wu, W. B. (2021). Essential oils and their constituents in cosmetics: Multifunctional ingredients with antimicrobial, antioxidant, and anti-inflammatory properties. *Cosmetics*, 8(2), 41.
- Huguette M. (2008). *La route des épices.*
- Iserin P. (2001). *Larousse Encyclopédie des plantes médicinales.* Ed Larousse, pp10, 335.
- Ismene M.B. (1995). Leads and prospects for the development of a new botanical insecticides, in R.M.Roc and R. J Kuhr (eds). *Rev in Pest Toxicol.*; 3: 1-20.
- Kesbi A. (2011). *Eude des propriétés physico chimiques et évaluation de l'activité biologique des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus dans la région de OUARGLA.* Mémoire de fin d'étude. Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.
- Koulivand, P. H., Khaleghi Ghadiri, M., & Gorji, A. (2013). Lavender and the nervous system. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013.
- Kovats, E. (1965) Gas chromatographie characterisation of organics substances in the retention index system. *Advances in chromatography.*, Chapitre 7 229-297.

- LAMARA, A., BOUAFIA, W., & BENALIA, M. A. (2022). Caractérisation et utilisation des produits essentiels d'Eucalyptus globulus (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- LAMARA, A., BOUAFIA, W., & BENALIA, M. A. (2022). *Caractérisation et utilisation des produits essentiels d'Eucalyptus globulus* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- Lavoisier (1993), « BRUNETON J, » chez Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, Paris, Lavoisier, p. 623.
- Lawrence, B. M. (1992). Chemical components of Labiatae oils and their exploitation. *Advances in Labiatae science*, 399-436.
- Lim, T. K. (2014). *Edible medicinal and non-medicinal plants* (Vol. 1, pp. 656-687). Springer.
- Lis-Balchin, M. (Ed.). (2002). *Lavender: the genus Lavandula*. CRC press.
- Makhloof A. (2011). « Etude des activités antimicrobienne et antioxydants de deux Plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (matri caria : Pubescents (des.) Et Rosmarinus officinalis l) et leur impact sur la conservation des Dattes et du beurre cru » ; thèse de doctorat ; université d'Boubaker belkaid.
- Mehani M et Segni L. (2014). Effet antimicrobien des huiles essentielles de la plante Eucalyptus camaldulensis sur certaines bactéries pathogènes. *Annales Sci et Technol.* 6(1).
- Mekkeleche, H. (2015). Contribution à l'étude morphométrique d'Eucalyptus globulus Labill. (Myrtacées) dans la région de Tlemcen. Mémoire de Master 2, Université Aboubaker Bekaid, Tlemcen, Algérie.
- Meksem Nabila. (2018). Etude de l'effet Biopesticide Des Extraites Naturels de deux plante de la famille des Myrtacees : Eucalyptus globulus . Eucalyptus camaldulensis.These de Doctorat en Toxicologie Fondamentale et Appliquee . Universite BADJI MOKHTAR-ANNABA. pp18.
- Merabet G. (2018). Thèse de doctorat : Huiles essentielles de trois espèces d'Eucalyptus d'Algérie composition et activité acaricide (Varroa destructor). Université des frères Mentouri constantine1.
- **Nedorostova, L., Kloucek, P., Kokoska, L., & Stolcova, M. (2009).** Antimicrobial properties of selected essential oils in vapour phase against foodborne bacteria. *Food Control*, 20(2), 157-160.

- Paolini, J. (2005) Thèse de doctorat : Caractérisation des huiles essentielles par CPG/Ir, CPG/MS(IE/IC) et RMN du carbone 13 de *Citrus albidus* et deux *Asteraceae* endémique de corce *Eupatorium subsp Corsicum* et *Doronicum corsicum*. Italy.
- Perrot E., Paris R. (1971). Les plantes médicinales. Presses universitaires de France. Paris, p245.
- Peter, K. V. (2004). Handbook of herbs and spices. v. 1. Woodhead publishing.
- Lawrence, B. M. (1992). Chemical components of Labiatae oils and their exploitation. *Advances in Labiatae science*, 399-436.
- Pixabay. [En ligne] disponible sur : « <http://pixabay.com/en/rosemary-flowerprovence-violet-283098/> » Consulté le (22 Juin 2018).
- Rameau J-C., Dumé G. (2008). « Flore forestière française : Région méditerranéenne » Edition Forêt privée française ; pp 897.
- Ramzani H, Singh HP, Batish DB, Kohli RK. (2002) Antifungal activity of volatile oil of *Eucalyptus citriodora*. *Fitoterapia*. Elsevier.
- Raul L. H. O., Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine « solvant/actif » D'origine végétale., Toulouse : Thèse De L'institut National Polytechnique De Toulouse., 2005.
- Rosa, L. S., & Rodrigues, C. A. (2021). Essential oils in food preservation: Mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. *Trends in Food Science & Technology*, 117, 423-438.
- Samir H. (2009), Mise en évidence des huiles essentielles contenues dans les plantes *Pituranthos scoparius* et *Rhantherium adpressum* de la région de Ghardaïa, Ouargla : mémoire de magister.
- Sartorelli P, Marquioreto AA, Baroli MEL, Liwa PRH, Moreno. (2007). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from species of *Eucalyptus* (*robusta* – *saligna*). *Phytotherapy.*; 21 (3): 231-33.
- Silva, G. L., Luft, C., Lunardelli, A., Amaral, R. H., Melo, D. A., Donadio, M. V., ... & Guecheva, T. N. (2015). Antioxidant, analgesic and anti-inflammatory effects of lavender essential oil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(2 suppl), 1397-1408.
- Singh, P., & Pandey, A. K. (2021). Prospects of botanicals as biopesticides in insect pest management. *Phytotherapy Research*, 35(8), 3873-3886.
- Upson, T., & Andrews, S. (2004). *The genus Lavandula*. Royal Botanic Gardens, ISBN, 1842460102.

- Valnet J. (1984). Aromathérapie. Traitement des maladies par les essences des plantes. Maloine S.A. éditeur. Paris p 544, ce point varie de 160°C à 240°C.
- Wood JE, Senthilmohana ST, Peskinb AV. 2002. Antioxidant activity of procyanidin-containing plant extracts at different pHs. Food Chemistry, 77(2): 155–161.
- Zenasni Leila. (2014) Thèse de doctorat : Etude du polymorphisme chimique des huiles essentielles de *Thymus satureioides* Coss et d'*Origanum compactum* Benth gu genre *Nepta* et évaluation de leur propriété antibactérienne. Univérisité Mohammed-Agdal, Rebat. Maroc.
- Zermane A. (2010). « Etude de l'extraction supercritique Application aux systèmes Agroalimentaires » ; thèse de doctorat, université de Mentouri ; Constantine.
- Zhang, N., Qiu, S., Zhang, R., Yang, Z., & Liu, D. (2021). Essential oils in skin wound healing: A comprehensive review. Journal of Ethnopharmacology, 265, 113429.
- Zoubeidi C. (2004). Etude des antioxydants dans le *Rosmarinus officinalis* .Labiatea » ; thèse de magistère ; université de Ouargla.

Annexe

Partie I: Business model canvas (BMC)

Segment de clientèle

- Fabricants de produits de beauté et de soins personnels
- Entreprises de produits ménagers naturels
- Entreprises de parfums et de cosmétiques
- Entreprises d'aromathérapie
- Grossistes en produits naturels

Proposition de valeur

- Extraction et d'huiles essentielles et hydrolats de très haute qualité
- Valorisation des plantes locales

Relations avec les clients :

- Suivi régulier avec les clients pour répondre à leurs besoins
- Fourniture d'informations techniques et de conseils d'utilisation
- Programme de fidélité pour les clients réguliers
- Offrir des remises
- Optimisation du produit avec le moindre cout possible par rapport à d'autres marque
- Répondre aux souhaits du client et activer des concours sur réseaux sociaux

Canaux de distribution :

- Ventes par internet, via les réseaux sociaux
- Distribution dans les magasins spécialisés en produits naturels
- Participation aux salons d'expositions

Activités clés :

- Collecter les plantes médicinales
- Extraire les huiles essentielles et en même temps les hydrolats
- Chercher l'emballage qui convient le mieux à nos produits
- Marketing et promotion à grand échelle.

Partenaires clés :

- L'incubateur UFMCI
- Fournisseurs d'emballages.
- Laboratoire de contrôle qualité.
- Distributeurs et revendeurs de produits naturels
- Entreprises de fabrication de produits cosmétiques et de soins personnels

Ressources clés :

- Un local avec des équipements peu coûteux
- Installations du distillateur
- Préparation des bouteilles pour recevoir le produit final

Structure de coûts :

- Les coûts de production, cela concerne l'achat de matière première et les contenants pour nos produits
- Les coûts de marketing et de promotion, cela concerne la publicité créée pour nos produits ainsi que l'emballage des produits.
- Les coûts de distribution, cela concerne la livraison de nos produits aux clients
- Les coûts liés aux employés et à la recherche et développement.

Sources de revenus :

- Coûts d'approvisionnement en matières premières
- Coûts d'extraction, de distillation et de purification
- Coûts de contrôle qualité et de tests de laboratoire
- Coûts de marketing et de promotion
- Frais généraux et dépenses administratives

Partie II : guide du projet

Chapitre 01

1. L'idée de projet (solution proposée)

Notre domaine d'activité est l'extraction des huiles essentielles à partir des plantes aromatiques pour les vendre comme matière première destinée aux entreprises de produits cosmétiques, ménagers naturels et autres.

- L'idée du projet est née d'une étude qui a révélé que les marques des huiles essentielles connues sur le marché actuellement sont coûteuses et pas très nombreuses.
- Cela se fait à partir de matières premières disponibles et locales comme le romarin, eucalyptus, lavande..., en utilisant des appareils comme le distillateur et le clevenger.
- Cette production peut se faire dans un laboratoire au départ puis à l'échelle industrielle.

2. Valeurs suggérées

La valeur ajoutée peut être créée par les moyens suivants :

- ✓ Nos huiles essentielles de haute qualité, pures et naturelles dépourvues de lacunes et anomalies.
- ✓ Présenter un produit local et disponible ;
- ✓ Coût inférieur par rapport aux autres produits ;
- ✓ Exploitation et valorisation des plantes considérées comme mauvaises herbes ;
- ✓ Création de postes de travail.

3. Equipe de travail







L'équipe du projet est composée de :

- Encadrante : Dr. BOUZID Salha
- Co-Encadrante : Dr. ABED Nousseiba
- Etudiante 01 : Laiche Charaf Eddine
- Etudiante 02 : Mechri Marouane

4. Les objectifs du projet

Nous aspirons de devenir le premier producteur des huiles essentielles aromatiques naturelles produites dans l'est Algérien et après en Algérie et étendre notre production à d'autres articles comme la production des produits cosmétiques et médicinaux à partir de nos huiles.

5. Échéancier pour la réalisation du projet

			Mois ou semaines						
			1	2	3	4	5	6	7
1		Études préalables : choix de l'implantation de l'unité de production, préparation des documents nécessaires	✓	✓					
2		Collecte des plantes		✓	✓				
3		Commander les machines de production ; le distillateur			✓	✓			
4		Réalisation de l'extraction et préparation des étiquettes				✓			
5		Réalisation du prototype				✓	✓		
6		Distribution des produits						✓	✓

Chapitre 02 : Aspects innovants

1. la nature des innovations

Innovation marché

2. domaines des innovations

L'aspect innovant dans notre projet est le fait que notre start up sera la première de l'est Algérien
Nos produits peuvent être commercialisés à travers les pharmaciens et les magasins des produits parapharmaceutiques.

Chapitre 03 : Analyse stratégique du marché

1. Vue du segment de marché

Marché potentiel : pharmacies et les entreprises de produits parapharmaceutiques.

Nos produits sont destinés aux entreprises investissent dans le domaine de production des lotions cosmétiques et médicinales

Marché cible : Les huiles essentielles peut être sollicité par une très large population surtout pour préparation des produits cosmétiques, des produits parapharmaceutiques et des produits d'entretien.

2. Mesurer l'intensité de la concurrence

Les concurrents les plus importants sur le marché algérien, la plupart d'entre eux produisent des huiles essentielles coûteuses comme Aromazone, Aromabioil, Purenaissance,

Parmi leurs atouts figure leur ancienneté sur le marché algérien, et la force de la marque.

Parmi leurs points de faiblesses figurent le prix des produits et la provenance.

Pour les huiles essentielles, il existe beaucoup d'artisans et extracteurs des huiles qui ne déclare pas leur commerce.

3. Stratégies marketing

Dans la commercialisation de nos produits, nous misons sur une stratégie de prix compétitifs grâce à notre maîtrise de la réduction des coûts par rapport aux autres produits, en plus de notre recours aux réseaux sociaux pour distribuer les produits et gérer les commandes.

Chapitre 04 : Plan de production et organisation

1. Achat de matières premières

- ✓ Collecte des plantes aromatique qui sont considéré comme la base de notre projet tel que lavande, le romarin l'eucalyptus ..., etc.

2. La fabrication

Extraction des huiles essentiels à partir des plantes aromatiques collectés.

3. Conditionnement du produit

Ces produits sont remplis dans des flacons en verre ombré pour protéger les constituants de l'huile.

4. Emballage

Emballer les bouteilles avec des étiquettes adaptées et les mettre dans des boites contenant le nom du produit.

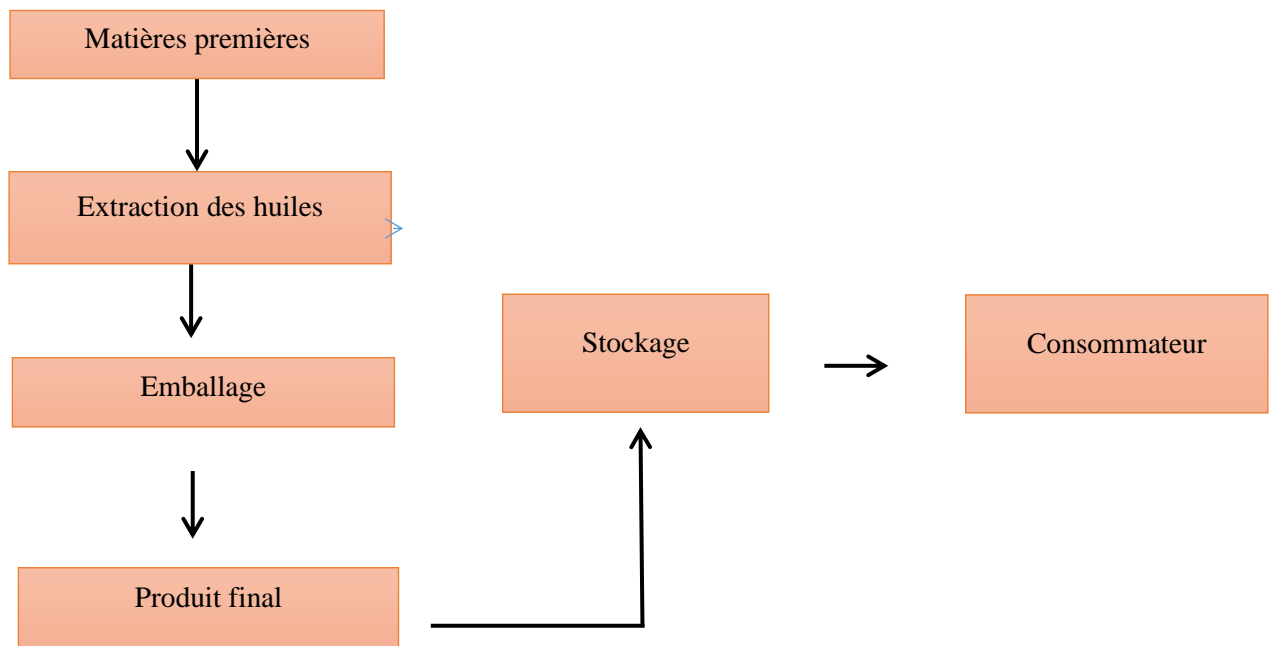


Schéma détaillé de production de nos huiles essentielles

5. L'approvisionnement

Nous traitons directement avec les propriétaires de magasins de plantes dans le processus d'achat.

Stockage des plantes et des huiles extraites dans un endroit sec et à l'abri de la lumière.

Paiement et délai de réception : un paiement comptant et avec le temps un paiement à terme.

6. La main d'œuvre

Notre projet crée 3 postes, chaque travailleur à son propre rôle :

- ✓ Extracteur des huiles ;
- ✓ Gestionnaire de l'espace dédié à notre entreprise et des commandes ;
- ✓ Un livreur.

7. Les principaux partenaires

Les partenariats les plus importants dans notre projet sont :

- ✓ L'incubateur Université Constantine 1- CIRTA;
- ✓ L'ANADE ;
- ✓ Les fournisseurs de matières premières et d'emballage.
- ✓ Distributeurs et revendeurs de produits naturels
- ✓ Entreprises de fabrication de produits cosmétiques et de soins personnels.

Extraction des huiles essentielles et hydrolats

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master et de l'obtention du diplôme Startup Brevet dans le cadre de l'arrêté ministériel 1275

RÉSUMÉ

Les objectifs : Dans ce travail on vise à extraire les huiles essentielles à partir de plantes locales et disponibles et valoriser leurs hydrolats qui possèdent plusieurs utilisations culinaires, cosmétiques et thérapeutiques, les huiles essentielles ont été extraites des feuilles d'eucalyptus, de la lavande et du romarin par un hydro distillateur de type Clevenger.

Notre travail de recherche a été réalisé au sein du laboratoire 2 de la faculté des sciences de la nature et de la vie et au laboratoire de chimie de la faculté des sciences exacte de l'université Constantine 1.

Méthode/Résultats : L'extraction des huiles essentielles de ces trois espèces par Clevenger et par le distillateur a permis de montrer que les plantes sont riches en huiles essentielles avec un rendement estimé de 2 % pour l'Eucalyptus, de 0,4% pour le Romarin et de 2% pour la Lavande. Pour la lavande et le romarin les taux de polyphénols sont plus élevés avec la valeur de 72,33 et 65,33 μg EAG/ml HE respectivement pour nos huiles qui ont été extraites au laboratoire par rapport aux huiles essentielles du commerce, avec 69,33 et 63,33 μg EAG/ml HE respectivement.

Conclusion : les huiles essentielles offrent la possibilité de créer des produits uniques et personnalisés. On peut formuler des mélanges d'huiles essentielles spécifiques pour répondre aux besoins et aux préférences des clients, ce qui peut constituer un avantage concurrentiel.

Mots clés : Extraction, Plantes Aromatiques, Huiles Essentielles, Clevenger, Polyphénols.

Mots clés : Extraction, Plantes Aromatiques, Huiles Essentielles, Clevenger, Polyphénols.

Jury d'évaluation :

Présidente :	Pr. CHAIB Ghania	(Professeur, UFMC1).
Examineur :	Dr CHIBANI Salih	(Maitre de Conférences, UFMC1).
Encadrante :	Dr BOUZID Salha	(Maitre de Conférences, UFMC1)
Co-Encadrante :	Dr ABED Nousseiba	(Maitre de Conférences, UFMC1).

Date de soutenance: 02/07/2023