

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الجبلاي بونعامة خميس مليانة
Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de technologie



Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention d'un diplôme de **Master** en génie des Procédés
Spécialité: Génie des Procédés Pharmaceutique

Thème

Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques, la composition, l'activité antibactérienne et le pouvoir antioxydant des huiles essentielles du « *Myrtus Communis L.* »

Devant le jury composé de :

- M^{elle} F. RAHMANI..... **Présidente**
- M^f K. HACHAMA..... **Encadrant**
- M^{me} Hadj khelifa **Examinatrice**

Présenté par :

M^{me} ADDOUCHE Kheira.

Année universitaire : 2018 / 2019

Remerciement

*Je tiens à remercier en premier lieu le dieu qui
ma donné la santé et le courage pour pouvoir réaliser ce
travail.*

*J'exprime mes profonds remerciements
À M^r Hachama pour la qualité de son encadrement
ainsi pour ces conseils et ces encouragements.*

*Au membres de jury d'avoir accepté de lire et juger ce
modeste travail.*

*À tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la
réalisation de ce travail.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents

Mon mari et mes enfants

Mes sœurs et mes frères

الملخص

بههدف تثمين النباتات الطبية و العطرية في الجزائر ركزنا في هذا البحث على دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية المكونات و الأنشطة الحيوية للزيوت الأساسية لأوراق نبتة الريحان التي تنمو تلقائيا في منطقة زكار.

تم استخلاص الزيت الأساسي عن طريق التقطير بالبخار بواسطة طريقتين ، الطريقة الأولى باستعمال جهاز كليفنجر و الثانية باستعمال جهاز تجريبي، حيث حصلنا على نفس المردود حوالي 0.2 % و تم إجراء تحاليل فيزيائية و كيميائية على الزيوت المستخلصة.

تحليل التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية المستخلصة بواسطة الكروماتوغرافيا الغازية مرتبطة بمطياف الكتلة، من تحديد المركبات الكيميائية الأساسية لكل زيت

المركبات الأساسية للزيت المستخلص بالطريقة الأولى هي اوكالبترول (10.7 %)، لينالول (8.48 %)

ديكان ميثيل (8.23 %)، 1،3،7 اوكتاترين (6.15 %)، تاربينيول ألفا (5.48 %) و حمض بنتانويك (5.48 %)، أما العناصر الأساسية بالنسبة للزيت المستخلص بالطريقة الثانية هي 2،1 بنزن ديكاربوكسيليك حمض (15.63 %)، ديكان (14.43 %)، ليمونان -10- اول (9.53 %)، ألفا بينان (8.32 %)، لينالول (5.28 %) و 6 ميثيلان اسينات 1-3 سيكلوك (5.17 %).

دراسة النشاط المضاد للبكتيريا بالنسبة للزيت المستخلص بواسطة جهاز كليفنجر أعطى نتائج ضعيفة على عكس النشاط المضاد للأكسدة أعطى نتائج جيدة باستعمال طريقة تثبيط الجذر الحر DPPH

كلمات مفتاحية: الريحان، الزيت الأساسي، النشاط المضاد للبكتيريا، النشاط المضاد للأكسدة

Résumé

Dans le but de valorisé les plantes médicinales et aromatiques algériennes, nous nous sommes intéressés dans ce mémoire à l'étude des caractéristiques physicochimiques, la composition chimique et les activités antibactérienne et antioxydante de l'HE des feuilles de *Myrtus communis* L poussant spontanément dans la région de Zaccar (Ain Defla).

L'extraction des huiles essentielles a été réalisée par hydro distillation ou on a utilisé deux procédés, le premier est celui de clévenger et le deuxième est un procédé semi-pilote. Le rendement obtenu par les deux procédés est environ 0,2 %, leurs caractéristiques physico-chimique et propriétés organoleptiques ont été déterminées.

La composition chimique de ces huiles essentielles a été identifiée par chromatographie en phase gazeuse couplée au spectrométrie de masse (CG/SM), les substances majoritaires pour l'huile essentielle extraite par le premier procédé sont : eucalyptol (10,7%), linalool (8,48%), Decan de méthyl (8,23%), 1,3,7 -octatriène (6,15%) , Terpeneol α (5,48 %), pentanoic acide (5,47%), linalyl acétate (5,10%), Neryl acétate (4,69%) et méthyl isoeugenol (2,87%) , cependant celle extraite par le procédé 2 (semi-pilote) a donné : 1-2 benzendicarboxylic acide (15,63%), Décan (14,43%), Limonène-10-ol (9,53 %), 4,2-Fleurophenoxy (8,72%), α -pinène (8,32%), linalool (5,28%) et le 6-méthylène-1,3 cyclooc (5,17%).

L'HE des feuilles de *Myrtus communis* L extraite par le procédé 1 a montré une faible activité antibactérienne vis-à-vis des souches testées, et une bonne activité antioxydante évaluées par la méthode de DPPH

Mots clés : *Myrtus communis* L, Huile essentielle, activité antibactérienne, pouvoir antioxydant.

Abstract

In order to promote the Algerian medicinal and aromatic plants, we are interested in the study of chemical composition; biological activity of the oils of leaves of *Myrtus communis* L growing spontaneously in the region of zaccar,

The essential oils were obtained by steam distillation with two processes, the first is Clevenger type and the second is semi-pilote type, the yield of essential oils obtained is round about 0.2%, the essential oils extracted have been physico-chemically analyzed of the same organoleptic properties where determined the chemical composition of essential oils of leaves of *Myrtus communis* L by GC/MS

The results of the analysis showed that the essential oil extracted by the first process is composed mainly of eucalyptol (10.7%), linalool (8.48%), Decan de méthyl (8.23%), 1,3,7 -octatriène (6.15%) , Terpeneol α (5.48 %), pentanoic acide (5.47%), linalyl acétate (5.10%), Neryl acétate (4.69%) et méthyl isoegenol (2.87%) ,and for the second process(semi-pilote) we have obtained : 1-2 benzendicarboxylic acide (15.63%), Décane (14.43%), Limonène-10-ol (9.53 %), 4,2-Fleurophenoxy (8.72%), α -pinène (8.32%), linalool (5.28%) et le 6-méthylène-1,3 cyclooc(5.17%).

The essential oil extracted by the first process has shown a low antibacterial activity screened the strains tested, and good antioxidant activity evaluated by the test of free radical DPPH.

Key words: *Myrtus communis* L, the essential oils, antimicrobial activity, antioxidant activity.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale	01
-----------------------------	----

Chapitre1 : Synthèse bibliographique

1-1-Généralité sur les huiles essentielles.....	03
1-1-1 introduction.....	03
1- 1-2 définitions d'une huile essentielle....	03
1-1-3 Localisation de l'huile essentielle dans la plante.....	04
1-1-4- Les procédés d'extraction des huiles essentielles.....	04
a-La distillation.....	04
b-Extraction par expression a froid	06
c-Extraction par solvant.....	06
d-L'enflorage.....	06
1-1-5- les Méthodes d'analyse des huiles essentielles.....	06
1-1-6-les caractéristiques physiques des HE _s	07
1-1-7- la composition chimique des HE _s	08
a-Les composés terpéniques.....	08
b-Les composés aromatiques.....	09
c-Autres composés.....	09
1-1-8-les propriétés thérapeutiques des HE _s	09
1-1-9-les principales voies d'utilisation des HE _s	11
1-1-10- les domaines d'utilisation des HE _s	11
1-1-11- les règles à respecter pour l'utilisation des HE _s	12
1-1-12- conservations des HE _s	13
1-2- Monographie de la plante.....	13
1-2-1- Dénominations internationales.....	13
1-2-2 Taxonomie.....	13

1-2-3	D’escription de la plante.....	14
1-2-4	Origine et répartition géographique.....	15
1-2-5	Utilisation traditionnelle.....	15
1-2-6	Huile essentielle des feuilles de <i>Myrtus communisl.</i>	16
	a-La composition chimique.....	17
	b-Les activités biologiques.....	19
	c-D’autres activités.....	20
1-2-7	Quelques posologies	20

Chapitre 2 : Matériels et Méthodes

2-1	La récolte de la plante.....	21
2-2	Détermination de la teneur en eau.....	21
2-3	Extraction des huiles essentielle.....	22
2-4	Rendement d’extraction des huiles essentielles.....	23
2-5	Indices physico-chimiques.....	23
	a-Densité relative.....	23
	b-Indice de réfraction.....	23
	c-Indice d’acide.....	24
	d-Indice de saponification.....	25
	e- Indice d’ester.....	25
2-6	Analyse des huiles essentielles par CG/SM.....	26
2-7	Evaluation de l’activité antibactérienne.....	26
2-8	Evaluation de l’activité antioxydante.....	28

Chapitre 3 : Résultats et discussions

3-1	Le taux d’humidité	30
3-2	Le rendement et les Caractéristique organoleptiques des HE _s	30
3-3	Les caractéristiques physico-chimiques.....	32
3-4	La composition chimique des HE _s	33
3-5	L’activité antibactérienne.....	38
3-6	Le Pouvoir antioxydant.....	39
	Conclusion générale	44

Référence bibliographiques

Annexe

Liste des abréviations

AFNOR : association française de normalisation

ANSM : agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

ATTC : American type collection culture

CPG : chromatographie en phase gazeuse

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

d : densité

DMSO : diméthylsulfoxyde

DPPH : 2-2- diphenyle- 1- picryl ydrazyle

E. Coli : Escherichia coli

g : gramme

g/l : gramme par litre

H : le taux d'humidité

H cl : acide chlorhydrique

HE : huile essentielle

HE_S : huiles essentielles

INA : institue nationale agronomique

I_R : indice de rétention

I_A : indice d'acide

IC₅₀ : concentration inhibitrice de 50%

I_E : indice d'ester

I_S : indice de saponification

ISO : organisation internationale de normalisation

KOH : hydroxyde de potassium

L : litre

m : masse

M : masse molaire

Max : maximum

mg : milligramme

Min : minimum

min : minute

ml : millilitre

nm : nanomètre

N : normalité

OMS : Organisation mondiale de santé

R : Rendement

T : température

V : volume

µg : microgramme

µl : microlitre

% : pourcentage

C° : degré Celsius

ρ ; Masse volumique

Liste des figures

Figure 1-1 : schéma d'un procédé d'hydro distillation	05
Figure 1-2 : schéma d'une installation d'entraînement à la vapeur	05
Figure 1-3 : structure de l'unité Isoprène (2-méthyle-1-3-butadiène).....	08
Figure 1-4 : Alcool mono terpénique.....	08
Figure 1- 5 : les fruits et les feuille <i>myrtus communis</i> L.....	14
Figure 1-6 : Les fleurs de <i>myrtus communis</i> L.....	14
Figure 1- 7 : Répartition du <i>myrtus communis</i> L dans le monde	15
Figure 1-8 : Evolution du rendement pour l'extraction de l'huile essentielle de myrte corse au cours d'une année	17
Figure 1-9 structure de pinéne.....	17
Figure 1-10 structure cinéol.....	17
Figure 1-11 structure de limonène.....	17
Figure 2-1 : Montage d'un procédé d'extraction type Clévenger	22
Figure 2-2 : Montage d'un procédé d'extraction type semi pilote.....	22
Figure 3-1 : Chromatogramme de l'huile essentielle obtenu par le 1 ^{er} procédé.....	34
Figure 3-2 : Chromatogramme de l'huile essentielle obtenu par le 2 ^{eme} procédé.....	34
Figure 3-3 : Réaction de réduction du radical DPPH.....	40
Figure 3- 4 les pourcentages d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'acide ascorbique.....	41
Figure 3- 5 les pourcentages d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'HE de feuille de <i>myrtus communis</i> l.....	42

Liste des Tableaux

Tableau1-1: Les principaux composants d'HE de myrte de divers pays méditerranée..	18
Tableau 2-1 : Généralité sur les souches bactériennes utilisées.....	27
Tableau 3-1 : Les rendements et les caractéristiques organoleptique des HEs.....	30
Tableau 3- 2 : les rendements des huiles essentielles des feuilles de myrte Algérien...	31
Tableau 3-3 : Propriétés physico- chimiques des HEs des feuilles de myrte commun..	32
Tableau 3-4 : Les constituants identifiés par CG/SM pour l'huile de procédés 1.....	35
Tableau 3-5 : Les constituants identifiés par CG/SM pour l'huile de procédés 2.....	36
Tableau 3- 6: Sensibilité des souches microbienne en fonction des zonesd'inhibition..	38
Tableau 3-7: Sensibilité des souches bactériennes testées a l'HE de myrte.....	38
Tableau 3- 8: Les pourcentages d'inhibition de DPPH par l'huile essentielle.....	40
Tableau 3- 9: Les pourcentages d'inhibition de DPPH par l'acide ascorbique.....	41

Introduction générale

Introduction générale

Dans les siècles, les plantes ont fourni la majeure partie des produits utilisés en thérapeutique, puis celle-ci a été complétement transformée par l'apport de produits chimiques de synthèse, les plantes alors détrônées par les médicaments modernes plus faciles d'emploi et d'activité pharmacologique supérieure, ont connus une période de déclin délaissée, quelque temps. [1]

L'organisation mondiale de la santé (OMS) a déclaré au cours de sa cinquante-sixième assemblée en mars 2003 que pendant la dernière décennie, le recours à la médecine traditionnelle a connu un regain d'attention et d'intérêt à travers le monde dans une société profondément manquée par la Recherche d'une vie saine. [2]

Les plantes constituant donc une source intéressante de nouveaux composés à propriétés diverses. La recherche de ces composés se lance fort dont le but de découvrir des nouvelles thérapies efficaces contre les maladies qu'on n'a pas été traités, et de réduire l'utilisation des produits synthétiques qui sont nocifs à l'homme et à son environnement. [3]

Les plantes aromatiques et médicinales représentent une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce aux principes actifs qu'elles contiennent : (alcaloïdes, flavonoïdes, hétérosides, , quinones, vitamines,... et huiles essentielles) en effet , les HEs ont été utilisées depuis l'antiquité et sont largement employées de nos jours, pour leurs propriétés biologiques (antimicrobienne, antioxydant, analgésique , anti inflammatoire, anti- cancérigène, antiparasitaire, insecticide...) et leurs applications dans de multiples et diverses industries : (alimentaires, cosmétique, parfumerie et pharmacie) [4]

L'utilisation des antioxydants de synthèse et actuellement remis en cause en raison des risques toxicologiques potentiels, désormais de nouvelles sources végétales d'antioxydants naturels sont recherchés, en effet les composés phénoliques sont des molécules naturelles très répandues dans le règne végétal, ces derniers regagnent une importance croissante grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé, leur rôle d'antioxydants naturels suscite un très grand intérêt notamment pour la prévention et le traitement des cancers, des maladies inflammatoires et cardiovasculaires.[5]

Le marché mondial des huiles essentielles est en nette évolution, quelque 3000 huiles essentielles sont connues dont environ 300 sont d'une importance commerciale, en 2008, la production mondiale des HE_s est dominées par le Brésil et l'Inde suivent ensuite pour un tiers du marché les États-Unis, la Chine et l'Argentine les cinq premiers pays importateurs d'HE_s représentent 62 % des importations mondiales, on retrouve les États-Unis, la France la Grande Bretagne, le Japon et l'Allemagne.

L'Algérie de par sa situation géographique possède une flore riche et variée, l'Institut national de la recherche agronomique d'Algérie (INRAA) dans son rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture en 2006 signale plus de 626 espèces et sous espèces et selon le même rapport sur les 1600 espèces spontanées utiles et cultivées l'Algérie utilise que 1%. [6]

L'Algérie couvre d'importante ressources végétales réparties sur les côtes, les plaines, les montagnes, la steppe, le Sahara et autour des points d'eau, ces ressources naturelles sont importantes pour l'économie algérienne et pour le maintien de l'équilibre écologique de la région,[7], L'espèce *myrtus communis* L. (rayhan) poussant à l'état spontané en Algérie, il est connu par ses propriétés antiseptiques et désinfectantes ainsi par son effet hypoglycémique, reconnu également dans le traitement des maladies des voies respiratoires et urinaires.[8]

C'est pourquoi nous sommes intéressés de faire une étude sur une plante aromatique et médicinale connue sous le nom « rayhan » en Algérie.

Notre travail a été divisé en trois parties, la première partie est une étude bibliographique concernant les huiles essentielles et la caractérisation de l'espèce étudiée.

La seconde partie décrit le matériel et les méthodes utilisées pour :

Extraction des huiles essentielles de feuille de Myrte.

- Évaluation des indices physico-chimiques des huiles essentielles.
- Analyse des essences par chromatographie en phase gazeuse couplée aux spectrométries de masse (CG/SM).
- Évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne de l'huile essentielle.

Dans la troisième partie nous présentons les résultats et leurs discussions.

Chapitre 1

Synthèse bibliographique

Chapitre1 : Synthèse bibliographique

1-1Généralité sur les huiles essentielles

1-1-1 Introduction

Les plantes représentent une source immense de molécules chimiques complexes exploitées par l'homme, la plupart des végétaux renferment des huiles essentielles, ils sont alors appelés « plante aromatiques » ces huiles essentielles se trouvent dans de nombreuses parties de la plante tel que le bois, les feuille, les fruits, les écorces, les grains et les racines.[9]

Les huiles essentielles sont des produits à forte valeur ajoutée utilisée dans des domaines aussi divers que la parfumerie, le cosmétique, L'agroalimentaires ou encore l'aromathérapie et la pharmacie.

Elles se présentent sous forme de mélange complexe de plusieurs centaines de composés en générale terpéniques présents dans des proportions variables.

l'aromathérapie utilise les huiles essentielles et substances volatils extrêmement concertés extraites des plantes aromatiques, les huiles essentiels ont la capacité de pénétrer dans le sang et de diffuser ainsi dans tout le corps.[10]

La production et la caractérisation des HEs, le contrôle de leur qualité tout autant que la mise en évidence d'une éventuelle spécificité nécessite la mise en œuvre des méthodes de préparation et d'analyse les plus modernes.[11]

1 -1-2 Définition d'une huile essentielle

C'est l'ensemble de produit volatils d'odeur tout à fait caractéristique que l'on extrait des végétaux soit par distillation à la vapeur d'eau, soit par pression après incision de la plante, ou bien parfois par séparation à l'aide de solvants, soit encore par adsorption sur des graisses (enfleurage), les huiles essentielles se distinguent des huiles grasses par le fait que leur tâche sur le papier disparaît sous l'effet de la chaleur

On à trouver des huiles essentielles en quantité appréciable chez 2000 espèces de plante répartis dans 60 familles, les Rutacées, les Lauracées, les Myrtacée, les opiacées, les lamiacée, les astéracée et les pinacées sont particulièrement riches en huiles essentielles. [12-13]

1-1-3 Localisation de l'huile essentielle dans la plante

Les huiles se recentrent dans tous le régné végétal, cependant elles sont particulièrement abondante chez certaines familles telles que :

Les myrtacées, les rutacées, les lamiacées et les poacées, elles sont présentés dans différentes organes végétaux producteurs, variant en fonction de la zone productrice du végétale dans (les racines, les écores, le bois, les fruits et les grains), et sont contenues dans des structures spécialisées à savoir ; les poils les canaux sécréteurs et les poches [14-15].

1-1-4 les procédés d'extraction des HES

De nombreuses techniques sont utilisées pour l'extraction des substances aromatique.

La diversité et la complexité des huiles essentielles rendent le choix des processus d'obtention délicat, la méthode choisie ne doit pas conduire à la discrimination entre les composées polaires et apolaires, ni induire de réaction biochimique, de dégradation thermique, d'oxydation, de changement de PH ou entrainer une perte de Composé volitif pour cela différents paramètres sont à prendre en comptes les principaux sont la volatilité.la solubilité.la taille et la forme des molécules continues l'absorption.[15]

a- La distillation

Ce procédé utilise la nature volatile des composants aromatiques pour les séparés du reste de la plante, il existe deux forme de distillation.

- Hydro distillation

Le matériel végétale est en contact directe avec l'eau, l'hydro distillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à l'ébullition.

Les vapeurs hétérogènes sont condensés sur une surface froide et les HES séparé par la différence de densité.

Cette technique est généralement indiquée pour les HES dont les constitutions chimiques sont thermo- résistants [16-17]

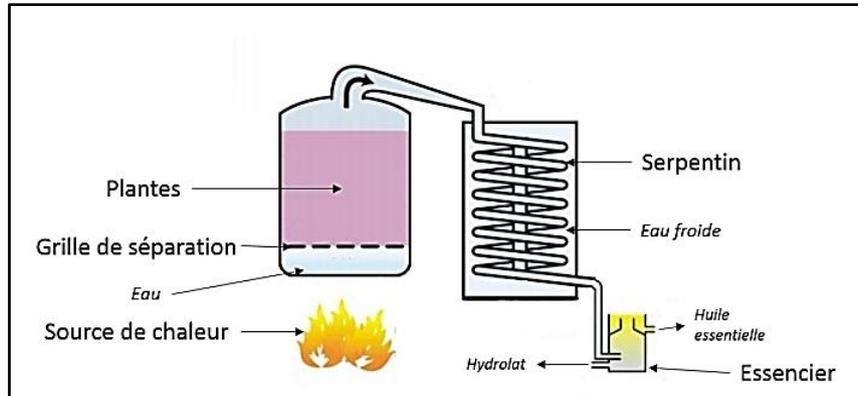


Figure 1-1 :schéma d'un procédé d'hydro distillation [16-17]

- **Entrainement à la vapeur d'eau**

Dans ce type de distillation, le matériel végétal ne macère pas directement dans l'eau, il est placé sur une grille perforée au travers de laquelle passe la vapeur d'eau, la vapeur endommage la structure des cellules végétales et libère ainsi les molécules volatils qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant.

Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant l'altération hydraulique.[3,17]

La température et la pression de distillation doivent être les faibles possible, environ 100°C et ne pas dépasser la pression atmosphérique, le temps de distillation est supérieur à une heure et le rendement est faible.[18]

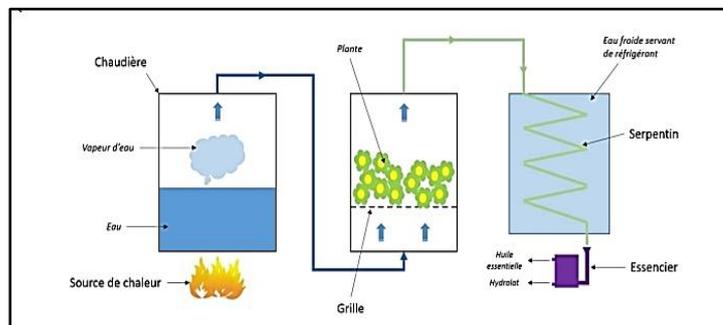


Figure 1-2 : Schéma d'une installation d'entraînement à la vapeur d'eau [17]

b- Extraction par expression à froid

Il s'agit du procédé d'extraction le plus simple et le plus limité, c'est une méthode artisanale qui est totalement abandonnée, les plantes sont pressées à froid (notamment les agrumes, citron, orange, etc...), de l'écorce ou des fruits (64) cette technique consiste à briser mécaniquement les poches oléifères de zestes frais d'agrumes pour libérer leur contenu aromatique.[19-20]

c- Extraction par solvant

Cette méthode est utilisée pour les plantes contenant une faible quantité en HE que l'on ne peut pas extraire par distillation. Les essences sont soluble dans les solvants organique, un épuisement des plantes est effectué a l'aide d'un solvant volatil dont l'évaporation laisse un résidu très coloré est très aromatique appelé concrète.

On utilise comme solvant organique volatil l'hexane, qui est le plus utilisé actuellement, le benzène très utilisé dans le passer mais interdit pour des raisons de toxicité, le propane, le toluène, ...etc.[16]

d- L'enfleurage

Est une technique qui date de l'antiquité égyptienne. Elle consiste à déposer des plantes en particulier les organes fragile (les fleurs d'orange, pétales de rose), sur une coche de graisse animale qui se sature en essence. On épuise ensuite le corps gras par l'alcool qui récupère la senteur et qui sera ensuite évaporé sous vide.

Cette technique est actuellement abandonnée au profit d'extraction par le solvant on raison de son faible rendement et de l'importante main d'œuvre quel nécessite.[19,20]

1-1-5 Les méthodes d'analyse des huiles essentielles

Quelque soit le Domaine d'utilisation des HES (parfumerie, cosmétique, industrie pharmaceutique et agroalimentaire), une parfaite connaissance de leur composition chimique est nécessaire.[14]

Les méthodes les plus utilisées pour l'analyse d'un mélange complexe des composées volatiles sont :

a- Chromatographie en phase gazeuse

La CPG est une méthode d'analyse par séparation qui s'applique aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans des compositions, la séparation a lieu dans des colonnes capillaires qui possèdent un fort pouvoir résolutif parfaitement adaptée aux mélange complexes volatils. Chaque constituant est caractérisé par un indices calculés à partir d'une gamme d'alcane (l'indice de Kovat's).[10,15]

b- Chromatographie en phase gazeuse/ spectrométrie de masse (CG/SM)

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse est une technique qui permet d'effectuer simultanément la séparation et l'analyse des différents constituants d'un mélange complexe le principe consiste à transférer les

Composés séparés par CPG par la phase mobile (le gaz vecteur) dans le spectromètre de masse au niveau duquel, ils vont être fragmentés en ions de masse variable, dont la séparation sera en fonction de leur masse.

L'identification est ensuite réalisée par comparaison des indices de rétention et des données spectrale des constituants individualisées avec les caractéristiques de produits de référence contenue dans des bibliothèques de spectres.[2,11]

1-1- 6 Caractéristique physico-chimique des HES

Les HES forment un groupe relativement homogène, ce sont des liquides assez mobiles à quelque exception.

- La coloration des HES varie de l'incolore au brun clair.
- La densité est en générale inférieur à celle de l'eau (0.850 à 0.950), sauf pour les HES de cannelle, girof et le sassafras.
- Le point d'ébullition est toujours supérieur à 100 C
- Les HES sont soluble dans les graisses et les solvants apolaire, la solubilité et plus au moins grande dans les alcools à différent titre il Ya une très légère solubilité dans l'eau de 0.3 à 0.5 %. [18]
-

1-1-7 La Composition chimiques des huiles essentielles

Les HEs sont des mélanges complexe est variables de constituants appartenant deux groupes principales les terpènes volatiles et les composés aromatiques dérivés du phényle propane [15].

a- Les composés terpéniques (Terpène)

- Les terpènes formant un vaste groupe de produit naturels leur structure sont très variable mais tous sont issues de l'assemblage de sous unités isoprénique [21-22], Leur classification est basée sur le nombre d'unités isoprène (FigureI-3) qui les composent : monoterpène (C_{10}), sesquiterpène (C_{15}), diterpène (C_{20})..., polyisoprènes (C_n), Les composés terpéniques sont classés selon leurs fonctions (alcools, esters, aldéhydes, cétones et éthers-oxydes), et selon leur structure (linéaire et cyclique) [Annexe I]

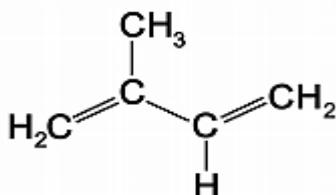


Figure 1-3: structure de l'unité Isoprène (2-méthyle-1-3-butadiène) [15]

- Les mono terpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les HEs (90%), il comporte deux unité d'iso terpène(C_5H_8) ils peuvent êtres cycliques, monocycliques ou bicycliques [9]

La figure suivante représente un mono terpène de structure $C_{10}H_{15}OH$, qui existe dans l'huile essentielle de myrte. (figure1-4)

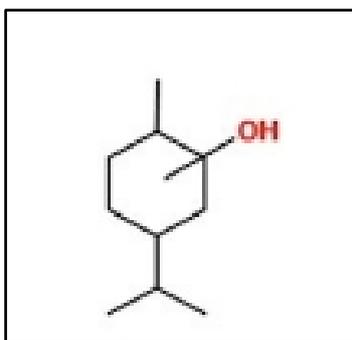


Figure 1-4 : Alcool mono terpénique [22]

Les Sesquiterpènes sont des dérivés d'hydrocarbure ($C_{15}H_{22}$) assemblage de trois unités d'isoterpènes, il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes [15]

b- Les composés aromatiques

Sont des composés volatils moins fréquents que les terpènes et se trouvent généralement en petite quantité dans les huiles essentielles, mais il existe des exceptions comme l'eugénol qui compte pour 70 et 90% de la composition de l'HE de clou de girofle. [22]

Certaines familles botaniques sont reconnues pour contenir plus de phénylpropanoïdes que les autres (apiaceae, lamiaceae, myrtaceae, piperaceae ...etc).

Le squelette de ses composés est très reconnaissable, il s'agit d'un cycle aromatique à six carbones portant une chaîne latérale à trois carbones en C_1 , ils portent un groupement oxygéné en C_3 et/ou en C_4 et/ou en C_5 .

C – autres composés

Ils existent d'autres composés qui sont rares ou présents en très faible quantité, leur rôle est le plus souvent très limité bien qu'ils puissent par fois entrer en synergie avec des composés majoritaires.

On trouve parmi ces composés des acides gras, composés azotés ou soufrés et d'autres composés issus de la dégradation des acides gras ou des acides aminés. [9,16]

1-1-8 Les propriétés thérapeutiques des Huiles Essentielles

a-Anti-infectieuse, Antibactérienne

Les molécules aromatiques possédant l'activité antibactérienne la plus importante sont : les phénols, antiviraux.

- Antifongique : les HES utilisées pour leurs propriétés antifongiques sont les mêmes que celles citées précédemment sauf la durée du traitement sera plus longue.
- Antiparasitaires ; le thym, la sarriette des montagnes sont d'excellentes huiles essentielles antiparasitaires.

- Antiseptique : les propriétés antiseptiques et désinfectantes sont souvent retrouvées dans les HES possédant des fonctions aldéhydes.[23,24]

b- Anti-inflammatoires

Les HES possédant des aldéhydes ont des propriétés actives contre l'inflammatoire par voie interne.[25]

C - Régulatrice du système nerveux

- **Antispasmodiques :**

Les HES possédant des esters ou des éthers ou des éthers possédant une action sur les spasmes des muscles lisses ou striés.

- **Calmanes anxiolytiques :** les aldéhydes type chirals favorisent la détente et le sommeil, Ex : HE de mélisse.
- **Analgésique antalgiques :** Ex : HE d'eucalyptus, HE de lavande.[22]

d- Drainantes Respiratoire

-**Expectorantes :** Les huiles essentielles riches en oxyde (1.8 cinéole) agissent sur les glandes bronchiques et sur les cils de muqueuse bronchique,

Ex : HE d'eucalyptus.

- **Fluidifiantes :** les huiles essentielles possèdent des cétones ont une action mucolytique en dissolvant les sécrétions accumulées au niveau de la muqueuse.

e- Digestives : Exp : l'huile essentielle de menthe poivrée atténue les nausées

f – Cicatrisantes : Les HES cicatrisantes sont les HES de ciste (cistes lataniers), de lavande vraie, d'immortelles par exemples.

On utilise souvent un mélange de plusieurs huiles essentielles cicatrisantes avec une huile végétale comme l'huile d'Amande.[23]

1-1-9 Les Principales voies d'utilisation des Huiles Essentielles**a- La voie Orale :**

Elle doit être utilisée uniquement sur les conseils de votre médecin aromathérapie, on utilise en générale une à quatre gouttes par jour sur un demi sucre, une pointe de miel ou une mie de pain.[25]

b- La voie respiratoire :

Les HE sont très vite absorbée par toutes les petites cellules cellulaires qui tapissent notre arbre respiratoire l'inhalation se fera en mettant dans un bol d'eau chaude, Cinq gouttes d'HE et une cuillère à soupe d'un alcool fort naturel, on se recouvre d'une serviette et on respire calmement durant dix minutes.

Les inhalations sont utiles pour l'affection respiratoire ou oto-rhino-laryngologique (ORL).[23]

c- La voie Cutanée :

C'est la voie idéale car elle est efficace et sans danger, on utilisera les HE diluées (3 gouttes) dans une cuillère à café d'huile végétale.

On pourra masser ou simplement appliquer selon la zone et l'affection à traiter. [25]

1-1-10 Les domaines d'utilisation des HE_s

Les HE_s constituent une matière première destinée à divers secteurs d'activité, leur popularité s'est accrue d'une façon considérable ces dernières années.

a-L'industrie cosmétique, savonnerie et parfums constitue le plus gros consommateur des HE, Il représente 60% de la demande totale en substance naturelles ce secteur se caractérise par une très grande variété de produits, de quantité relativement faible et de prix souvent élevé.[14,25]

b-Les HE sont utilisés dans l'industrie alimentaire pour rehausser le goût des aliments et la conservation grâce aux effets antimicrobiens et antioxydants de

certaines de leurs constituants, ces agents naturels viennent pour réduire et remplacer les agents de conservations chimiques ou synthétiques qui présentent des effets néfastes pour la santé. [26]

c-Les HE entrent dans la composition des produits d'entretien et de dégraissage, le d-limonène employé depuis cinquante ans comme arôme, et de plus en plus utilisé ses dernières années comme nettoyant et dégraissant, on le retrouve dans l'entretien mécanique, la fabrication de produits métallique, le nettoyage du fuselage des avions et le nettoyage des nodules de circuit imprimés.

d-Les HE sont également utilisés en milieu clinique pour soigner des maladies inflammatoire.[6,14]

e-L'industrie pharmaceutique emploie également les HES sous un nombre grandissant de formes (complexe à vaporisé, Pastilles, gélules, dentifrice), ces préparation contenant des HES répondant à la réglementation des médicaments à base de plante.

Les HE peuvent également être de simple excipient ,dans d'autres médicament et servir par exemple d'arôme pour masquer le goût d'un principe actif, comme agent de pénétration percutanée ou encore comme source de précurseur d'hémi synthèse, c'est le cas des citrals qui servent à la production de la vitamine A .[15,26]

1-1-11 les règles à respecter pour l'utilisation des HES

Une mauvaise utilisation des HE peut entraîner certaine complication, des règles simples mais importantes à respecter.

- a- N'augmentez jamais les doses indiquées.
- b- N'avalez jamais les HES pures, prenez les faible doses.
- c- Evitez d'utiliser les HE sans avis médical.
- d- Ne donnez jamais d'HE par voie interne au bébé, ni aux jeune enfants.
- e- Si vous mettez accidentellement des HE dans l'œil ; n'utiliser pas de l'eau pour vous rincer mais une huile végétales.
- f- Ne laissez jamais d'HE à la porter des enfants.
- g- Ne jamais injecter par voie intraveineuse ou intramusculaire.
- h- Pas d'exposition solaire après application des huiles essentielles.
- i- Utilisez uniquement 100 % pur et naturelle.[23,27]

1-1-12 La conservation des HE_s

Les huiles essentielles de bonne qualité peuvent se conserver plusieurs années sous certaines conditions, jusque cinq ans pour exemple : les essences de citrus se gardent un peu moins longtemps (trois ans)

Les huiles essentielles sont volatiles, il ne faut donc pas oublier de bien fermer les flacons, il est préférable de les conserver dans un flacon en aluminium ou en verre teinté (brun, vert ou bleu), et de les garder à l'abri de la lumière à une température ambiante jusque vingt degrés.

Il existe des normes spécifiques sur l'emballage, le conditionnement et le stockage des huiles essentielles (norme AFNOR NF T 75-001,1996) ainsi que sur le marquage des récipients contenant des HE (norme NF T 75-001,1996). [21,28]

1-2 Monographie du myrte

1-2-1 dénomination internationales

Anglais : Common myrtle, myrtle, greekmyrtle

Arabe : arayhan ; A' as

Espagnol :arrayan, mirto, murta

Français : herbe du laquis , myrte commun

Italien : mirtella, mirto, mortella commune

Latin : *Myrtuscommunus*L.[29]

1-2-2 Taxonomie

La Situation botanique de l'espèce *Myrtuscommunis* L est la suivante : [30-31]

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta

Embranchement : Mangnoliophyta

Sous embranchement : Magnomiophyta

Sous classe : Rosidea

Ordre	: Myrtales
Famille	: Myrtaceae
Genre	: Myrtus
Espère	: <i>Myrtus communis</i> L.

1-2-3- description de la plante

Le myrte (*Myrtus communis*L) est un arbuste aromatique, toujours vert de 1 à 3m d'hauteur, il pousse généralement sur un sol siliceux et dans un bioclimat semi-humide à humide, appartenant à la famille des myrtaceae, il se développé spontanément en Algérie, il pousse en abondance dans les régions méditerranéens.[32], ces feuilles sont persistantes, elles sont opposées oblongues et pointues de 1 à 3 cm de long et de 0.5 à 1 cm de large.

La fleurassions de mai au juillet, les fleurs sont odorantes, blanches, elles sont composées de 5 pétales libres et égaux.

Les fruits sont des bais arrondies ou ovoïdes de 6 à 10 cm, de couleur vert blanchâtre et à maturité prennent la couleur noir bleuâtre.

La plante ne présente aucune toxicité et toute les partie de la plante (feuilles, fleurs, boues, tige,) sont utilisées, en médecine et en cosmétologie.[32-33]



Figure1-5 : les fruits et les feuille
Myrtus communis L.[08]



Figure 1-6 :Les fleurs de
myrtus communis L[29]

1-2-4 Origine et répartition géographique

Le Myrte (Rayhane) en arabe est une plante médicinale aromatique de la famille de Myrtacée. Le *myrtus communis* L, est l'un des espèces de myrte, c'est la seule espèce du genre *myrtus* qu'on rencontre en Europe, selon Hariot [35] le myrte est originaire d'Afrique par contre selon Mahmoudi [29], il est d'origine de la perse antique (IRAN).

En Algérie, le *myrtus communis* L est une plante sauvage associé au forêt de chêne et de pin d'Alep du tell et du littoral.

Une autre espèce (*myrtus nivelles* L) présente dans le Hoggar et le Tassili, ces feuilles sont très appréciées par les Touaregs, il est assez abondamment répondu dans toute la région méditerranéenne, Il est également présent dans l'Asie occidentale et en corse. [31,34]

La figure suivante représente la répartition de *myrtus communis* L dans le monde

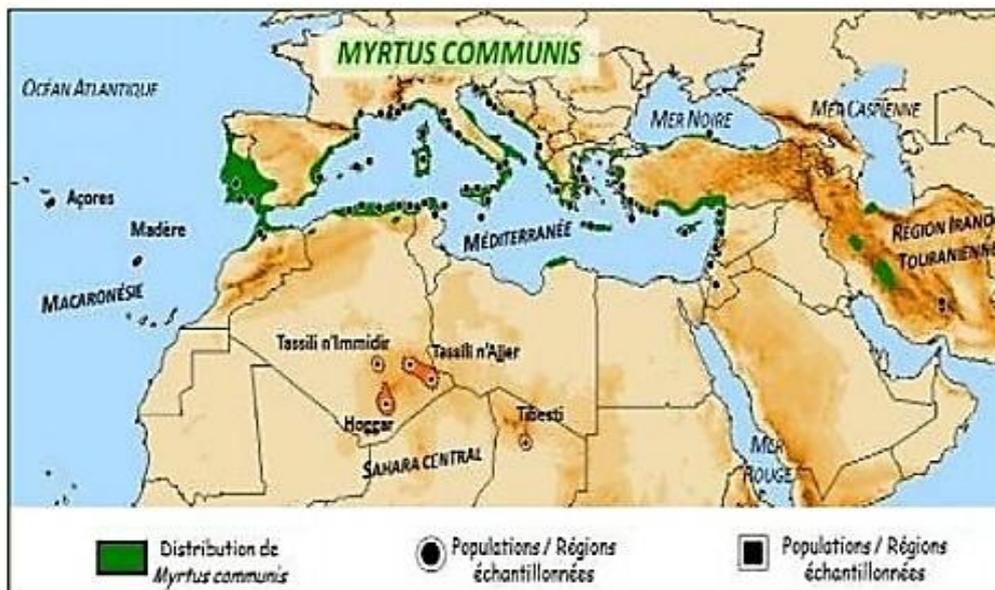


Figure 1-7 : Répartition du *myrtus communis* L. dans le monde [31]

I-2-5 Utilisation traditionnelles

Les bienfaits de myrte dépassent largement la senteur agréable qu'il dégage par les feuilles, il est doté d'un pouvoir préventif et curatif qui lui donne de la valeur bien qu'il est méconnu.

Cet arbuste typique de la flore méditerranéenne est employé dans la pharmacopée traditionnelle pour ses vertus tonique et stimulantes.

En Turquie, l'HE de feuille est utilisé par voie cutanée pour traiter les paralysies et les douleurs, et par voie orale pour traiter le diabète, les feuilles sont utilisées en décoction pour traiter les affections de la prostate.

En Tunisie, les feuilles sont aussi utilisées en décoction pour traiter les douleurs dentaires et comme adoucissant.[31,36]

En Iran, les feuilles et les racines sont utilisées en décoction concentré pour traiter les problèmes gynécologiques, comme tonique de l'estomac et aussi cette décoction est utiliser pour soulager les douleurs musculaires et articulaires.

En Cerce, le myrte occupe une place très importante, il est utilisé pour le traitement des diarrhées et des troubles gastrique, c'est l'infusion de feuille à base de fruits qui est recommandé, l'eau florale de plante est appelle l'eau d'ange est utilisé par les femmes comme une lotion pour redonner de l'éclat et de la fraîcheur aux peaux.[37-38]

En Maroc, la décoction et infusion de feuilles sont utilisées pour le traitement de diabète et pour le traitement de l'hypertension artérielle.

Il est utilisé comme antiseptique, contre les troubles gastro-intestinaux et comme anti- diarrhéique.[39]

En Algérie, les feuilles de myrte broyé en poudre sont utilisées pour préparer un cérat contre le panaris et les maladies des angles, les fruits s'employaient pour le traitement des hémorragies.

Les fleurs sont utilisées pour noircir les cheveux, et il est aussi utilisé pour le traitement de diabète et de l'hypertension.[8,29]

1-2-6 Huile essentielle des feuilles *demyrthus communis*

L'huile essentielle de myrte s'obtient principalement par la distillation des feuilles 100kg de ces feuilles produisent environ 300g d'essence, elle possède le parfum caractéristique de la plante qui le fourni.

Il excite une autre huile dans les baies de myrte est une huile grasse. L'He des feuilles de myrte commun, est un liquide dont la couleur varie de jaune claire verdâtre et dans, l'odeur est fraîche rappelant celle de l'eucalyptus. [27,40]

La figure 1-8 représtante les rendement en % au court de l'année obteus par les études de Franceschini [37]

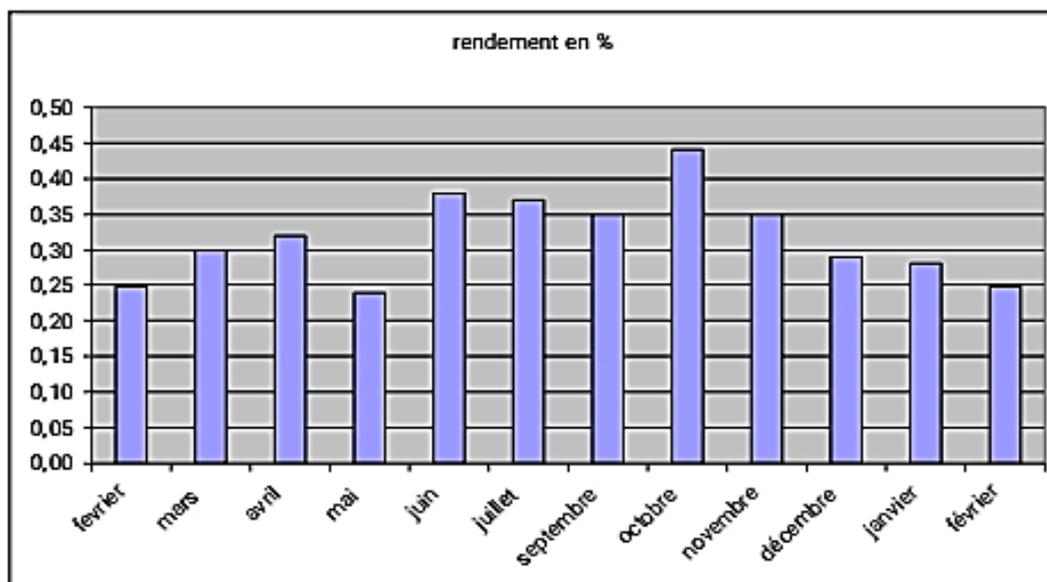


Figure1-8 :Evolution du rendement pour l'extraction de l'huile essentielle de myrte corse au cours d'une année [37]

a- La composition chimique

Plusieurs travaux ont été réalisés par Boozabata[31], Deschepper[41], Kanoun[8], Franceschini [37],Touibia[44], Venturini [42], Sadou [45] , Satrani[43], sur les huiles essentielles des feuilles du *Myrtus communus* d'origine méditerranéen.

Les composés majoritaires des huiles essentielles de feuilles de myrte sont : le L' α -pinène (figure I-9), 1.8 cinéol (figureI-10), le limonène (figureI-11), le linanole et parfois l'acétate de mytrényle.

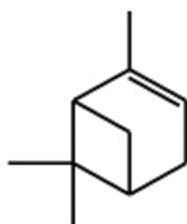


Figure 1-9 structure de pinène [31]

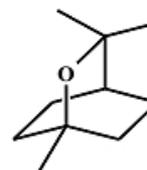


Figure 1-10 structure cinéol [31]

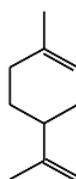


Figure 1-11 structure de limonène [22]

Parmi ces huiles deux groupes peuvent être distingués selon la présence à des teneurs élevées ou faibles d'acétate de myrtényle.

Il s'agit de chimio types de *Myrtus communis*.

Le myrte vert (*Myrtus communis* L CT Cinéole) : il contient une proportion importante de monoterpénés(24-25% d' α - pinène) d'oxyde tempinique (45 % de 1.8 cineole) mais l'absence ou peu d'acitate de mértnyle.

Le myrte rouge (*Myrtus communis* L CTacétate demyrtenyle): il contient peut de mono terpènes mais une proportion importante d'oxydes terpéniques (45 % de 1.8 cineole) et d'ester terpéniques (21 % d'acétate de myrtenyle).

Le tableau suivant représente les déférents pourcentages d'abondance des principaux composants d'HE de myrte de divers pays méditerranée.[31,42]

Tableau 1-1 :Les principaux composants d'HE de myrte de divers pays méditerranée. [37]

Components	Corse 27 échtlls		Algerie 27 échtlls		Maroc 4 échtlls		Sardaigne 2 échtlls		Portugal 2 échtlls		Tunisie 1échtll
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Isobutyl isobutyrate	0.1	1.2	0.1	1.8	0.2	0.4	0.6	0.7	0.1	0.1	0.4
α -Pinène	42.8	68.0	40.6	64.0	5.7	25.7	54.0	60.7	43.5	43.7	52.2
Isobutyl2-methylbutyrate	0.2	0.9	0.1	2.2	0.2	0.6	0.2	1.2	0.1	0.4	0.4
2Methylbutyl isobutyrate	0.1	0.5	0.1	1.0	0.1	0.2	0.1	0.5	0.1	0.1	0.2
Limonene	3.5	9.7	2.9	13	9.5	11.4	5.4	7.5	15	15.5	8.4
1.8 –Cinéole	9.8	31.9	10.9	29.1	29.7	32.4	18.3	20.6	22.9	25.3	21.9
Linalool	0.3	5.3	1.3	4.5	1.3	2.7	0.3	1.4	2.2	2.7	2.8
2-Methylbutyl 2-methylbutyrate	0.1	1.4	0.1	1.5	0.2	0.5	0.2	1.0	0.3	0.7	0.4
α -Terpineol	0.8	3.0	2.5	3.9	2.9	5.0	2.0	2.7	1.5	1.8	1.7
Myrtenyl acetate	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	33	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
Geranyl acetate	0.8	4.8	1.1	3.7	2.0	3.8	1.7	1.8	0.9	1.6	2.1
Methyl eugenol	0.4	1.3	0.7	2.1	0.7	1.6	0.9	1.2	0.7	2.1	0.5
(E)-b-Caryophyllene	0.1	1.9	0.3	0.9	0.1	0.3	0.2	1.0	0.4	0.4	0.7
Dione	0.2	1.3	0.5	2.3	0.2	0.6	1.0	1.2	0.1	0.1	0.1

b- Les activités biologiques des feuilles d'huile essentielle de *Myrtus communis* L.

Les huiles essentielles sont principalement utilisées en médecine traditionnelle pour leurs propriétés anti- microbienne.

Les activités thérapeutiques des HES sont liées à la composition de l'huile essentielle.[41].

Les activités biologiques des huiles essentielles de myrte commun ont fait également l'objet de divers travaux effectués par Boozabata[31], Kanoun [8],Satrani [43],Merbet [46].

- Activités anti Bactérienne

Les activités antimicrobienne de l'HE de myrte à été décrite aussi bien sur les bactéries que sur les champignons, elle est variable selon la composition chimiques, les méthodes utilisées et les souches utilisées.

De nombreuse recherche ont évalué l'activité antibactérienne qui a montre différents degré de l'activité sur les grams positive et les grams négative, ces étude on montré que les bactéries gram positive se sont révélées plus sensible que les grams négative.

Les souches bactériennes testées sont généralement : *Staphylocoques aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudo monasaeruginosa*, *entérobactérie cloacter*. [29,31]

- Activités anti Fongique

L'huile essentielle de myrte présente un effet anti fongique synergique en combinaison avec l'amphotéricine B vis-à-vis d'isolats clinique de candida albicans.

Desétudes effectuées ont montré que cette huile présente une activité contre, *Aspergillusniger*, *pénicillium*, *candida albicans*. [30]

- Activités anti oxydante

Les huile essentielles commencent à avoir beaucoup d'Intérêt comme une source potentielle de Molécules bioactive, elles font l'objet d'étude pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour la protection des aliments contre l'oxydation.[47]

Les propriétés de l'anti oxydant découlent de la présence de noyaux aromatique, de double liaison conjuguées et le groupement hydroxyde qui les rend aptes à piéger les radicaux libre, un antioxydant idéal doit être efficace à faible dose, non toxique et stable dans le produit fini [48]

Les plantes médicinales comme le myrte sont une source d'antioxydant naturel en raison de l'activité de métabolite secondaire tel que les phénylepropanoïdes et les huiles essentielles. [37]

Certains travaux ont été menés pour l'évaluation de l'activité antioxydante du myrte, selon la bibliographie, la méthode la plus utilisée est celle de la réduction du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) qui est un radical organique stable, coloré et centré sur l'azote, le maximum de son absorption se situe vers 515 nm dans le méthanol les antioxydants donneurs d'atome H (RH) sont capables de réduire DPPH ce qui conduit au 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH-H) et au radical R*.[8]

L'activité antioxydante de myrte étudiée par Kanon[8] a été évaluée par deux méthodes, la réduction du fer et le piégeage du radical libre du DPPH, les résultats ont montré la fraction d'acétate d'éthyle des feuilles présente une activité antioxydante intéressante $IC_{50}=0.098$ mg/ml contre $IC_{50}=0.12$ mg/ml de l'acide ascorbique.

Une étude menée par Touaibia[44] révèle que l'activité antioxydante dépend essentiellement du taux du polyphénol. L'huile essentielle et les extraits de myrte commun ont montré un excellent pouvoir antioxydant, donc il serait intéressant d'envisager l'utilisation de ces ressources naturelles pour remplacer l'antioxydant de synthèse largement utilisé en industrie pharmaceutique et alimentaire.

c- D'autres activités

Le Myrtus communis L est une espèce méditerranéenne inscrite à la pharmacopée européenne, utilisée aussi pour ses propriétés anti-inflammatoires, anti-acnéiques, antivirales, anti-aphtes, antispasmodiques, astringentes, antiparasitaires, et anti-hyperglycémiant.

L'huile essentielle de myrte présente aussi des propriétés sédatives, calmantes, c'est une huile qui convient de donner chez les sujets stressés s'endormant difficilement.[49, 51]

1-2-7 Quelques posologies

En usage interne : Dans le traitement des affections pulmonaires le myrte est utilisé sous forme d'infusion ; 10 g de feuilles séchées pour un litre d'eau bouillante laisser infuser 10 minutes, prendre 2 tasses par jour.

En usage externe : Dans le traitement des abcès et frondes, des compresses imbibées du décocté, sont appliquées 2 à 3 fois par jour.

Pour un bain relaxant, 5 gouttes d'HE associées à 10 gouttes de lavande diluées dans du savon liquide. [29-30]

Chapitre 2

Matériels et Méthodes

Chapitre2 : Matériels et méthodes

La grande partie de ce travail a été réalisé dans le laboratoire de génie des procédés de la faculté des sciences et technologie de l'université Djilali BOUNAAMA – Khemis Miliana, pour la réalisation de l'extraction et la détermination des propriétés physico-chimique de l'HE des feuilles de Myrte , et dans le laboratoire de chimie pour l'étude de l'activité antioxydant.

L'étude de l'activité antibactérienne est effectuée au niveau de laboratoire d'analyse médicale Zibouche (Ain Defla).

2-1 La Récolte plante de la plante

La plante qui a fait l'objet de notre étude est le *myrtus communis L*, l'identification botanique de cette espèce à été réalisée Mr le professeur Lakhdar Ezzine Dj (faculté SNVT), de l'université Djilali BOUNAAMA – Khemis Miliana.

Les parties aériennes de l'espèce ont été récolté durant le mois d'avril2019 dans la région de Zaccar à 32 KM du chef lieu de la wilaya d'Ain Defla, commune d'Ain Torki village situé a environ 760 m d'altitude et un climat méditerranéen.

La plante fraîchement récolté est laissé sécher à l'ombre dans un endroit sec et aéré pendant dix jours.

2-2 Détermination de la teneur en eau

Une masse (P1) des feuilles de la plante fraîchement récolté sont porter au séchage à l'ombre dans un endroit airé pendant 10 jours, la quantité des feuilles obtenue après le séchage est pesé (P2).

Méthode de calcul :le taux d'humidité est calculé par la formule suivante :[52]

$$H \% = (P1-P2 /P1) *100 \qquad \text{Eq 2-1}$$

H% : taux d'humidité exprimé en pourcentage

P 1 : poids de la plante fraiche(g)

P 2 : poids de la plante après séchage (g)

2-3- Extractions des Huiles essentielles

L'extraction des HES est réalisée par hydro distillation, c'est une technique d'extraction dans laquelle le solvant est l'eau, le principe consiste à porter à ébullition dans un ballon un mélange d'eau et de plante dans on souhaite extraire l'huile essentielle, les cellules végétales éclatent et libèrent les molécules odorantes, les quelle sont alors entraînée par la vapeur d'eau créée. Elles passent par un réfrigérant à eau ou elles sont condensées puis sont récupérées réfère. [53]

Deux procédés sont utilisés :

- Un procédé de référence type Clévenger (figure 6) ou 100g de matière végétale sécher (feuilles) à été introduit dans un ballon de 1L avec 500 ml d'eau distillé, l'ensemble est porté à l'ébullition pendant 2 heures, les vapeurs chargées d'huiles essentielles traversant un réfrigérant puis ce condensent.
- Un procédé réalisé par des moyens personnelle (figurer7) ou le ballon est remplacé par une cocote munîtes et le réfrigérant est remplacé par 2 tayaut (l'un dans l'autre) et la méthode de chauffage est différent à celui des premier procédé.

L'huile essentielle est séparée de l'eau par la différence de densité (un procédé physique), Il est également noter que les huiles essentielles obtenus ont été immédiatement mis dans des flacons enveloppé en papier aluminium, et sont gardées au réfrigérateur à 4°C l'obscurité j'jusqu'à analyse et utilisation.

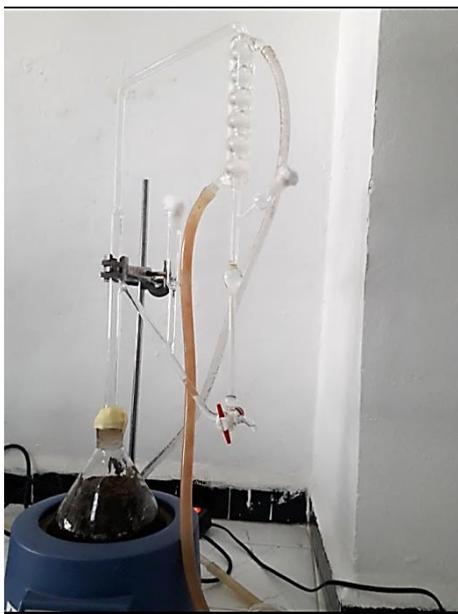


Figure 2-1 Montage d'un procédé d'extraction type Clévenger



Figure 2-2 Montage d'un procédé d'extraction type semi pilote

2-4- Rendement d'extraction des huiles essentielles

Le rendement en huile essentielle (R) et le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la plante traité, il est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante [53].

$$R \% = (P_1/P) * 100 \quad \text{Eq 2-2}$$

R% : rendement de l'huile (%)

P₁: le poids de l'huile (g)

P : le poids de la plante (g).

2-5- Indices physico-chimiques

a- La densité relative

La densité relative d'une huile essentielle est le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à la masse d'un égal volume d'eau distillé, à l'aide d'un pycnomètre pesé, successivement de volumes égaux d'huile essentielle et d'eau à la température de 20°C. [25]

Dans notre étude, comme le rendement de l'extraction est faible, la densité est calculée par l'équation suivante :

$$d_{HE} = \rho_{HE} / \rho \text{ Eau} \quad \text{Eq 2-3}$$

d_{HE}: densité relative d'HE

ρ_{HE}: masse volumique de l'HE (g/l)

ρ Eau : Masse volumique de l'eau (g/l)

b- Indices de réfraction

L'indice de réfraction d'une l'huile essentielle est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée passant de l'air dans l'HE maintenu à une température constante et il est mesuré à l'aide d'un réfractomètre, il est utilisé comme un critère de pureté des HE_S et pour vérifier la qualité de distillation .

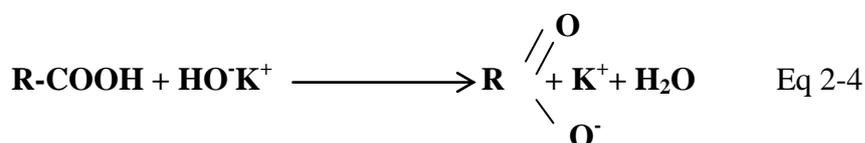
L'indice de réfraction des HE_S est généralement élevé, il est supérieur à celui de l'eau à une température de 20°C.

Le réfractomètre est ajusté de manière à donner à la température de 20°C une valeur de 1.333 pour l'eau distillé. [25]

c- Indices d'acide

Il représente un paramètre important dans l'évaluation de la qualité d'huile, ce dosage nous renseigne sur le degré d'altération de l'huile et d'estimer le taux d'acide gras libres dans l'huile.

Le principe repose sur la neutralisation des acides gras à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium de normalité 0.1 N, Selon la réaction suivante :



- Mode opératoire

On pèse 0.5g d'HE qu'on introduit dans un erlenmeyer ou on ajoute 5 ml d'éthanol à 95% , agité et procédé au titrage avec une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium(KOH) de 0.1N en présence de 3 gouttes de phénolphtaléine (indicateur coloré)

La couleur jaune clair du liquide (la couleur de l'HE) vire à la neutralisation vers une couleur rose qui persiste quelques minutes avant de reprendre la couleur initial, le volume de KOH qui a servi à la neutralisation est lu directement sur la burette. [54,55]

- Méthode de calcul

L'indice d'acide est calculé par l'équation suivante :

$$I_a = (56.11 * V * N) / P \quad \text{Eq 2-5}$$

P : masse (g) de la prise d'essai

56.11 : masse molaire d'hydroxyde de potassium exprimé en g/ mole,

v : volume en ml de KOH nécessaire au titrage.

N : normalité de la solution de potasse (0.1N).

d- Indices de saponification

L'indice de saponification I_s est le nombre de mg de potasse nécessaire pour neutraliser les acides libre et saponifier les esters présents dans 1g d'huile essentiel d'après la réaction suivante : [19]



- **Mode opératoire :**

On pèse 0.5g d'EH dans un ballon, puis 25 ml de KOH (0.5N) sont ajoutés ainsi que une pierre ponce, le ballon est adapté au réfrigérant et l'ensemble est porté à ébullition de la première goutte, après refroidissement 3 gouttes de phénolphthaléine sont ajoutées au mélange, la solution est finalement titrée avec Hcl en solution aqueuse 0.5N sous agitation continue au virage de la coloration (solution incolore), le volume versé est soigneusement noté.

En mêmes temps, il est nécessaire de faire un témoin dans les mêmes conditions, selon le même procédé avec une prise d'essai de 0.5g d'eau distillé. [55]

L'indice de saponification est donné par la formule suivante :

$$I_s = (V_0 - V / P) * N * 56.11 \quad \text{Eq 2-7}$$

V_0 : volume en ml de Hcl pour l'essai à blanc

V : volume en ml de Hcl utilisé pour l'échantillon à analyser (HE)

p : prise d'essai d'HE en gramme.

N : la Normalité de Hcl (0.5N)

e- Indices d'ester

L'indice d'ester est la masse en milligramme de potasse requise pour la saponification à chaud des esters contenue dans un gramme de corps gras, Il existe une relation entre les trois indices, il est calculer par l'équation suivante : [54-57]

$$I_E = I_s - I_a \quad \text{Eq 2-8}$$

I_s : indice de saponification

I_a : indice d'acide

I_E : indice d'ester

2-6-Analyse des huiles essentielles par CG/SM

L'analyse des HEs extraites est faite à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse de type Shimadzu TQ 8030 équipé d'une détectrice et muni d'une colonne capillaire en silice fondue de 50 m de longueur, 0.25 mm de diamètre interne et 0.25 µm d'épaisseur de film.

La température de la colonne est programmée de 50 à 250 C° à raison de 2C°/min pendant 43.33 minutes, la température de l'injecteur est fixée à 250 C° et celle de détecteur à 250C°.

Le débit du gaz vecteur (Hélium) est fixé à 1ml/min, le volume de l'échantillon injecté est 1µl de l'huile pur dilué dans 10 % dans le solvant.

L'appareil est relié à un système informatique gérant une bibliothèque de spectre de masse. [15]

2-7 Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Myrtus communis* L

L'évaluation de l'activité antibactérienne est réalisée par la méthode du contact direct (aromatogramme) en raison de sa simplicité et son efficacité pour tester la sensibilité des bactéries.

L'antibiogramme est une méthode qui sert à déterminer l'effet des antibiotiques sur les bactéries testées mais lorsqu'on substitue les disques d'antibiotiques par d'autres imprégnés par les HEs, on l'appelle aromatogramme.[57,58]

2-7-1 Présentation des milieux de culture

La gélose de Muller -Hinton stérile prête à l'usage a été coulée dans des boîtes de pétri stériles de 90 mm de diamètre l'épaisseur de la gélose est de 4 mm répartie uniformément dans les boîtes, ces dernières ont été séchées pendant 30 min à la température de laboratoire et laissées pendant 24 h à 37c°.

2-7-2 Préparation des dilutions

Après l'extraction des HEs, on a préparé quatre dilutions à partir d'une solution mère (0.5ml HE + 0.5 ml DMSO)

Les dilutions (1/2 , 1/4 , 1/8 ,1/16) sont préparées dans le DMSO. Ce choix de solvant a été fait parce que le DMSO est le solvant préférable pour la majorité des auteurs et que le DMSO n'a aucun pouvoir antibactérien. [57]

2-7-3 Le choix des souches bactériennes

Les souches bactérienne pour cette étude, sont des bactéries pathogènes, une bactérie à **Gram+** et deux bactéries à **Gram-** ces souches sont des souches de références est nous ont été fournées par le laboratoire ou on a réalisé l'étude.

Le tableau (2-1) représente les caractéristiques des souches bactériennes utilisées.

Tableau 2-1 généralité sur les souches bactériennes utilisées [58]

Souches bactériennes testées	Caractères bactériologiques	Référence	Habitats
<i>Staphylococcus aureus</i>	Gram+	ATCC 25923	- Les fosses nasales - la gorge - le tube digestif
<i>Escherichia coli</i>	Gram -	ATCC 25922	Le tube digestif
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Gram -	ATCC 27853	Eau et sols humide Surface des rejéteaux

2-7-4 Préparation de l'inoculum

Chaque souche bactérienne a été ensemencée en traites sur des boites de pétri contenant la gélose nutritive et incubée pendant 18h afin d'obtenue une culture jeune des bactéries à partir de ces boites on a prélevé quelque colonies bien isolées et parfaitement identique avec une anse de platine ou pipette pasteur et les Transférer dans un tube Dans tube contenant une solution, d'eau physiologique. [53,57]

2-7-5 L'ensemencement et dépôt des disques

Dans les 15 minutes qui suivent, on a trempé un écouvillon dans la suspension et on a étalé toute la surface de la gélose à trois répétition en tournant la boites a chaque fois avec 90 et enfin on à écouvillonnée partout autour du bord de la surface de la gélose, le but de chaque application et d'avoir une distribution uniforme de l'inoculum.

Dans des conditions aseptique et à l'aide d'une pince stérile, des disques de six millimètres de diamètres de papier stériles sont déposée sur la gélose précédemment

Inoculée avec les bactéries choisies, puis dans un tube contenant 9ml d'une solution d'eau physiologique.

Puis les imbibés par les différentes dilutions de HE, chaque disque contient 10 μ l d'une dilution de l'huile essentielle d'autres disques imprégnés chacun de 10 μ l de DMSO sont utilisées comme témoins négatifs.

Les antibiogrammes sont effectués en parallèle avec les aromagrammes ou la *triméthoprime-sulfanéhazole* est utilisé comme témoins positifs pour les *staphylococcus aureus* et l'*amoxicilline* pour l'*E.coli*, Et le *ciprofloxacine* pour le *pseudomonas* les boîtes de pétri sont incubées à l'étuve pendant 18 à 24h.

L'activité antimicrobienne est déterminée en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition produite autour de chaque disque à l'aide d'une règle. [58]

2-8- Evaluation de l'activité antioxydante

La méthode utilisée dans ce travail est le piégeage du radical libre DPPH (2-2 diphényle-1- picrylhydrazyl), le DPPH est l'un des substrats les plus utilisées généralement pour l'évaluation rapide et direct de l'activité antioxydant, en raison de sa stabilité en forme radicale et la simplicité l'analyse.

Principe :

En présence d'antioxydant, le DPPH radical stable à électron non appairer, est piégé soit par liaison à un atome d'hydrogène du groupement hydroxyle ou la libération d'un électron, la mesure de l'efficacité d'un antioxydant se fait en mesurant la diminution de la coloration. Blue violette (initiale) et l'apparition d'une couleur jaunâtre.[8, 50]

Mode opératoire

Une solution de DPPH a été préparé par solution de 9 mg de DPPH dans 30 ml d'éthanol, ensuite nous avons préparé des tubes de 1ml de différentes concentration (**200, 100, 50, 25, 12,5, 6 μ g /ml**) de l'huile essentielle à tester dilué par l'éthanol.

A chaque tube nous avons ajouté 1ml de la solution éthanoïque de **0.003%** de DPPH déjà préparé, le mélange réactionnel a été agité vigoureusement après une incubation de 30 min à l'obscurité et à température ambiante, les absorbances sont mesurées à 517 nm.

La même procédure est appliquée au témoin (acide ascorbique) et le pourcentage d'activité antioxydant (%) est calculé selon la formule suivante :

$$I\% = (A_{\text{blanc}} - A_{\text{ech}} / A_{\text{blanc}}) * 100 \quad \text{Eq 2-9}$$

A_{blanc} : Absorbance du DPPH du control

A_{esch} : Absorbance du test effectué.

Le calcul de **IC₅₀** ou concentration inhibitrice est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH, le **IC₅₀** est calculée graphiquement par la régression linéaire de graphe tracé : pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentration des échantillons testées.[8, 58]

Chapitre 3

Résultats et discussions

Chapitre3 : Résultats et discussions

3-1 Le taux d'humidité

La détermination du taux d'humidité de la matière végétale a été obtenue par le séchage des feuilles fraîches de l'espace *myrtus communus L*, nous résultat révèle une teneur en eau égale à **33 %**, cette valeur est proche au résultat obtenue par Hennia [59], dans sa thèse de doctorat qui a montré que la même espèce (*myrtus communus*) de la région de Chlef présente des taux d'humidité variable selon la période de récolte

- H = 25.73% (novembre décembre janvier)
- H = 37.81%, (juillet – aout)
- H = 28.9% (juin)

Tandis que, nous résultat différent de façon remarquable a celle obtenue par Taleb Toudert [56] (H =75%) de la même espèce de la région de Tizi-Ouzou.

La différence marquée entre les teneurs en eau peut être expliquée par l'âge de la plante (une plante jeune est riche d'eau et pauvre en HE), la saison de récolte, et la région d'où elle vient la plante, La plante cultivée dans les régions tempérées comme le sud algérien ont un teneur en eau plus faible par rapport au plantes cultivées dans le nord. [56, 60]

3-2 Rendements et caractéristiques organoleptique des HEs

Les rendements obtenus par les deux procédés et les caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de feuilles de *myrtus communus L* sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 3-1 : Les rendements et les caractéristiques organoleptique des HEs

	Rendement %	Couleur	Aspect	Odeur
Procède 1	0.20	Juan claire	Huileuse	Fraiche et agréable
Procède 2	0.17	Juan- vert	Liquide mobile	caractéristique de la plante

D'après le tableau, on remarque que le meilleur rendement est celui obtenu par le procède1, il est légèrement supérieur à celui obtenue par le procédé 2

Par contre la couleur, l'odeur et l'Aspect sont différents, cette différence peut être expliquée par la différence de la composition chimique des deux huiles essentielles.

Le tableau suivant représente le rendement en huiles essentielles du Myrtus Algérien extraites par hydro distillation.

Tableau 3- 2 les rendements des huiles essentielles des feuilles de myrte Algérien

Région de récolte	Partie de la plante	la période de récolte	Rendement %	Référence
Bejaia	Les feuilles	Novembre	0.3- 0.6	Sadou [45] 2012
Chlef	Les feuilles	Novembre Décembre, Janvier	0.34 – 0.38	Hennia [59] 2016
Tlemcen : - Béni- ouarsous - Ain kbira - Nedroma - Honaime	Les feuilles	Février Mars	0.72 – 1.04 0.88 – 0.69 0.44 – 0.65 0.19 -0.66	Achouri [61] 2018.
Miliana	Les feuilles Les fruits	Novembre	0.3 et 0.1 respectivement	Hennia [59] 2016
-ForetdeBainem, Tipaza, Mecheha, Tell ATLAS Guelma (saoula) 2-HammamRigha (Ain defla)	Les feuilles Les fleurs	Mais- Juin	0.6- 1	Bouzabata[31] 2015

Les résultats obtenues concordent avec ceux de la l'itération, en effet le rendement en huile essentielles des fleurs de myrte en Algérie varie considérablement d'un endroit à l'autre.

Nos résultats sont proches à celui de Sadou [45] (0.3%) et celui obtenu par Achouri [61] dans la région de Hinaine (Tlemcen) (0.19%) d'autre part, le rendement obtenu dans ce travail est proche à celui obtenu par Franceschini [37] (myrte de Corse) le rendement varie entre 0.24 à 0.44 %, et pour le myrte de Maroc selon Satrani [43], il varie entre 0.3 à 0.4%.

Donc on peut conclure que les facteurs influent sur le rendement sont nombreux, la saison de récolte, l'origine de la plante les parties utilisées de la plante, les procédés d'extraction.

3 -3 Les caractéristiques physico- chimiques

La détermination des propriétés physicochimiques est une étape très importante pour évaluer la qualité d'une huile essentielle.

Le tableau suivant montre les résultats des propriétés physico- chimiques en comparaison avec les valeurs de références et de travaux antérieurs :

Tableau 3-3 Propriétés physico- chimiques des HE des feuilles de myrte commun

Caractéristiques physico- chimiques	Nos résultats	Référence [59]	Référence [56]	Référence ANSM
Densité 20°C°	0.850	0.853	-	0.873 à 0.920
Indice de réfraction	1.462	1.470	-	1.463 à 1.470
L'indice d'acide	1.12	2.58	3.366	Au maximum 2
L'indice de saponification	336.66	193.175	429.72	-
L'indice d'ester	335.53	190.595	426.36	-

La densité C'est l'un de critères de pureté, on remarque que le résultat obtenu est identique à celle obtenue par Henna [59], mais elle est inférieure à celle de référence ANSM, l'erreur est peut être due à la Méthode de mesure et de calculs.

L'indice de réfraction dépend de la température et de la composition chimique de L'HE, il est déterminé à une température fixée Barka [55], la valeur obtenue est proche aux valeurs de la bibliographie.

L'indice d'acide est un paramètre qui renseigne sur le taux d'acides libres existant dans une HE, ce paramètre peut nous aider à savoir la qualité de notre produit.

Une forte concentration en acide gras libre, facilement dégradable, un indice d'acide inférieur à 2 est une preuve d'une bonne conservation, en réalité huile essentielle fraîche contient très peu d'acides libres.

La détermination de l'indice de saponification est importante car il permet de caractériser le poids moléculaire et la longueur moyenne des chaînes grasses auxquelles il est inversement proportionnel.[60]

Les résultats de l'indice de saponification obtenus est élevée à celui obtenu par Henna [59], et il est inférieur à celui de Taleb Touder. [59]

L'indice d'ester est la différence entre l'indice de saponification et celui d'acide, on conclure qu'autant l'indice de saponification est élevée l'indice d'ester est important

La valeur de l'indice d'ester indique que l'huile contient d'importantes qualités d'acide libre, et il est admis que plus l'indice d'ester est élevée la qualité de l'huile est élevée. [57, 63]

Les caractéristiques physicochimiques ainsi évaluées restant insuffisantes pour l'identité des HEs il est nécessaire de les analyser par les méthodes chromatographique afin d'en déduire leur composition chimique. [63]

3-4 La composition chimique des HEs

L'analyse des huiles essentielles des feuilles de *Murtus communis* par CG/SM à donner des résultats sous forme des chromatogrammes (figure 3-1, figure 3-2).

Cette analyse nous a permis d'identifier 47 composés pour l'HE extraite par le premier procédé (Tableau 3-4) et 36 composés pour l'HE extraite par le deuxième procédé (Tableau 3-5).

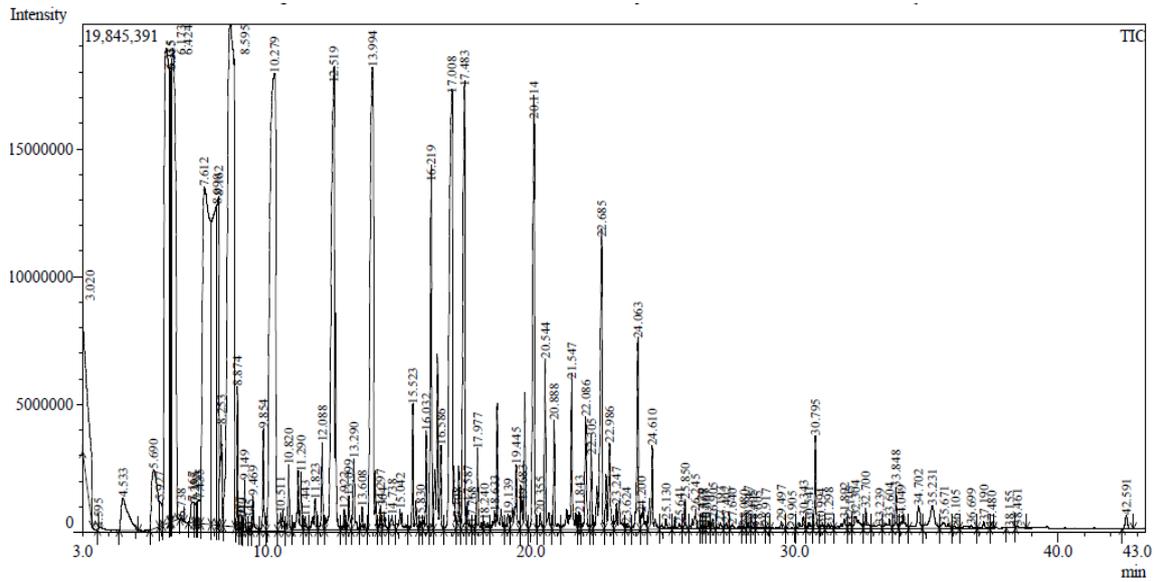


Figure 3-1: Chromatogramme de l'huile essentielle obtenue par le 1^{er} procédé

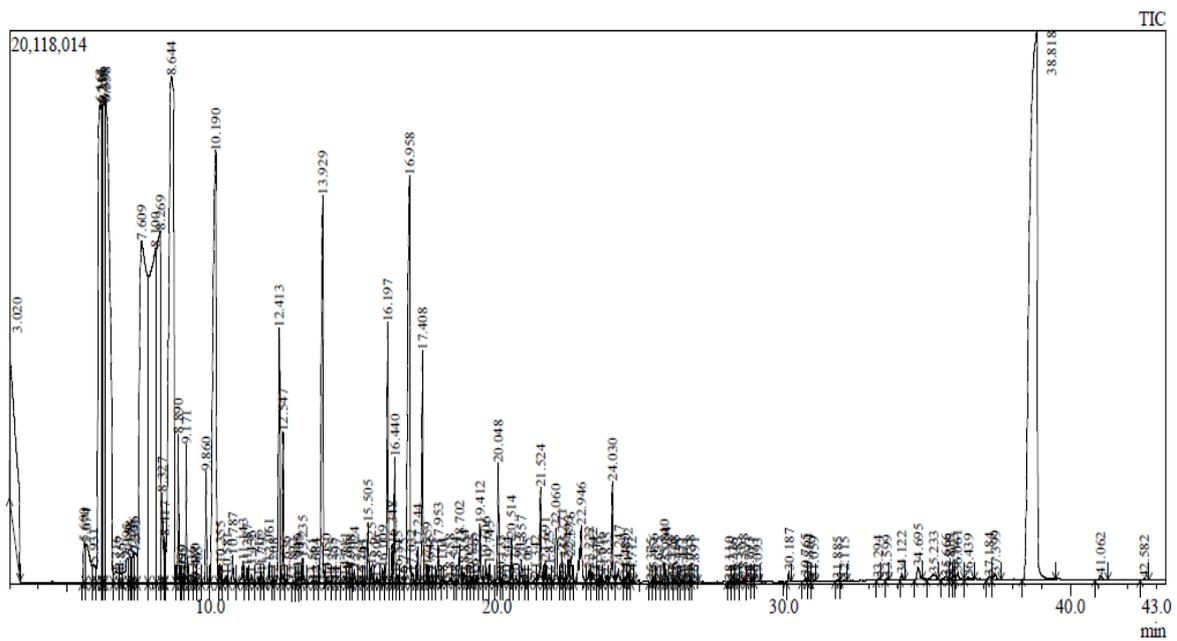


Figure 3-2 : Chromatogramme de l'huile essentielle obtenue par le 2^{ème} procédé

Tableau 3-4 les constituants identifiés par CG/SM pour l'huile de procédé 1

N° de Pic	Les composés	Temps de rétention (T _R) Min	Le pourcentage %
01	Oil oleique safflower	3.020	2.39
04	Isobutyrate (isobutyl)	5.690	1.08
05	Propanoic acide	5.927	0.22
07	Alpha-Pinene	6.315	1.01
08	Benzen (2.2-diméthyle propyl)	6.355	1.18
09	1, 3,7-octatriène	6.424	6.15
11	Terpinene gamma	7.167	0.20
12	Sabinene	7.255	0.12
13	Pinène (beta)	7.350	0.29
15	Dicane de méthyle	7.612	8.23
16	Pentanoic acide	8.090	5.47
17	Cyclobutanone 2-méthyl	8.162	1.73
18	Propanoic acide	8.253	0.58
19	Eucalyptol	8.595	10.71
20	Ocimene beta	8.874	0.35
25	Linalool oxide	9.469	0.16
26	Cyclohexene	9.854	0.43
27	Linalool	10.279	8.48
28	Fenchol	10.511	0.18
29	Camphene	10.820	0.26
30	Verbenol	11.290	0.52
32	Isobomeol	11.823	0.28
33	Terpinene -4-ol	12.088	0.40
34	Terpineol alfa	12.519	5.48
36	Carveol	13.099	0.18
37	Nerol	13.290	0.41
39	Linalyl acetate	13.994	5.10
42	Bormyl acetate	14.738	0.14
43	Pinocarveyl acetate,Tran	15.042	0.24
44	2,6-octadienoic acid, 3,7-din	15.523	0.57
46	2-oxabicyclo(2,2,2) octan-6-ol,1,3,3	16.032	0.42
47	Alpha -terpinyl acétate	16.219	1.70
48	Niryl acetate	16.586	1.30
49	Neryl acetate	17.008	4.69
51	Methyl isoeugenol	17.483	2.87
54	Caryophyllene	17.977	0.36
58	Azsulene,1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-i	19.455	0.50
59	Bizabolene	19.683	0.76
60	Isopropyl -7-methyl-nonane	20.114	2.58
62	Ethanone ,1,1-(5-hydroxy-2)	20.544	0.74
63	Nerolidyl acetate	20.888	0.46
64	Caryophyllene oxide	21.547	0.91
66	Humulene oxide	22.086	0.62
68	Campanic acid	22.685	2.05
69	Juniper camphor	22.986	0.77
74	Boroxin ethyldipropyl	24.610	0.51
91	Neryl linalool isomer	29.497	0.06

Tableau 3-5 les constituants identifiés par CG/SM pour l'huile de procédé 2

N° de Pic	Les composés	Temps de rétention (T _R) Min	Le pourcentage %
01	Heptane	3.020	3.60
3	isobutyl	5.674	0.72
5	6-méthylène-1,3-Cyclooc	6.163	5.17
6	Benzeneethanol, alpha-méthyl	6.215	1.99
7	1-Phellandrene	6.256	1.11
8	E -Verbenol	6.309	2.89
9	Pinene (alpha)	6.358	8.32
12	Linalool propanoate	7.095	0.33
16	2-6-octadiene-1-ol	7.392	0.26
17	Decane	7.609	9.57
18	4-2 Flurophenoxy	8.100	8.72
19	Dacane	8.269	4.84
20	Pentane n2,3,4-triméthyl	8.327	0.52
22	Limonen -10-ol	8.644	9.53
23	Carene (delta-3)	8.890	0.47
26	Terpinene (gamma)	9.171	0.45
30	Terpinane (alpha)	9.860	0.41
31	Linalool	10.190	5.28
35	Pinocarveol (trans)	11.143	0.13
40	Terpinen-4-ol	12.061	0.10
42	Terpineol (alpha)	12.413	1.29
43	Benzene ,1-méthoxy-4-(2-PI	12.547	0.59
48	Nerol	13.235	0.12
51	Linalyl acetate	13.929	2.58
61	2,6-Octadienoic acid,3,7-D	15.505	0.28
65	Terpinyl butyrate	16.197	1.19
67	Neryl acetate	16.440	0.51
70	Lavandulyl acetate	16.958	3.46
73	Méthyl iso-eugenol 1	17.408	1.07
77	Caryophyllene	17.953	0.16
81	Humulene (alpha)	18.702	0.17
86	Cycloptasiloxane ,tet	19.412	0.30
89	Phenol3-méthoxy-2,4triméthyl	20.048	0.51
97	Caryophyllene oxide	21.524	0.47
105	Juniper camphor	22.946	0.55
153	1-2 benzendicarboxylic acide	38.818	15.63

L'analyse des huiles essentielles par CG/SM révèle : l'huile essentielle extraite par le procédé 1 (type cleveger) est caractérisé par la présence de : eucalyptol (10,7%), linalool (8.48%), Decane de méthyl (8.23%), 1,3,7 -octatriène (6.15%) , Terpeneol α (5.48 %), pentanoic acide (5.47%), linalyl acétate (5.10%), Neryl acétate (4.69%) et

méthyl isoegenol (2.87%) comme composés majoritaires, cependant celle extraite par le procédé 2 (semi-pilote) à donné huit constituants principales : 1-2 benzendicarboxylic acide (15.63%), Décane (14.43%), Limonène-10-ol (9.53 %), 4,2-Fleurophenoxy (8.72%), α -pinène (8.32%), linalool (5.28%) et le 6-méthylène-1,3 cyclooc(5.17%).

D'après ces résultats, on remarque bien l'influence de procédé sur la composition chimique de l'HE.

On remarque la présence de α -pinène, le Décane et le linalool, Terpeneol α et Neryl acetate dans les deux HE_S mais avec des teneurs différentes et il est noter aussi que certains composés des HE_S analysées ont uniquement identifiés dans l'un des deux échantillons.

Des travaux de HENNIA [59] ont montré que l'HE du même espèce récolté de la forêt de Bissa (Chlef) durant la floraison est caractérisé par la présence de Limonène (23.4 %), linalool (15.4 %), α -pinène (10.7%), linolyl acétate (8.2%), 1,8- cinéol (6.6 %) et géranyl acétate (10.9%), une autre étude effectuée par Bouzabata [31] révèle la variabilité de la composition de l'huiles essentielles de *Myrtus communis* d'Algérie, l'étude est effectuée sur 27 échantillons d'HE des feuilles récoltés dans le Nord-est Algérien.

L'étude révèle les constituants principaux de *Myrtus communis* Algérien : α -pinène (33.6 – 50.8 %), 1,8 - cinéol (13.3 – 21.9 %), linalool (2.7 – 14.8 %), et le linalyl acétate (0.3-9.5%).

L'analyse chimique nous à permis d'évaluer l'influence de procédé sur la composition chimique.

La composition de l'EH issue d'une plante est extrêmement variable, cette variabilité est le fruit de l'influence d'une multitude de facteurs s'appliquant au végétal tout au long de son développement, ces facteurs de variation s'étendent jusqu'à l'extraction et le stockage de l'huile essentielle. [41]

3-5 L'activité antibactérienne

La méthode de diffusion des disques (Aromatogramme) nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antibactérien de l'huile essentielle des feuilles de *Myrtus communis* L, vis-à-vis de trois bactéries de références.

Le résultat obtenus (Les aromatogrammes en Annexe 3) sont résumés dans le Tableau 3-7) et sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition et peuvent être symbolisés par des signes d'après la sensibilité vis-à-vis d'huiles essentielles. (Tableau 3-6).

Tableau 3- 6 sensibilité des souches microbiennes en fonction des zones d'inhibition [58]

Sensibilité	Zone d'inhibition
Non sensible ou résistante (-)	Diamètre < 8 mm
Sensible (+)	Diamètre compris entre 9 à 14 mm
Très sensible (+ +)	Diamètre compris entre 15 à 19 mm
Extrêmement sensible (+++)	Diamètre > 20 mm

Tableau 3- 7: Sensibilité des souches bactériennes testées à l'HE de myrte

Les souches	solvant	antibiotique	SM	D 1	D 2	D 3	D 4
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	+++	++	+	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudomonas aërogenosa</i>	-	+++	-	-	-	-	-

SM : solution mère, **D** : dilution

Le test d'antibiogramme est effectué pour les trois bactéries révèle une zone d'inhibition de 29 mm pour la souche *Staphylococcus aureus* et 27 mm pour la souche *Pseudomonas aërogenosa* par contre, *Escherichia coli* se révèle très résistante vis-à-vis de l'antibiotique utilisé.

Les résultats de biotests du (Tableau3-5), montrent que l'huile essentielle de *myrtus communis*L a inhibé la croissance de *Staphylococcus aureus* avec 15mm et 13mm pour les concentrations 0.5 et 0.25 g/ml respectivement, par contre elle ne présente aucune activité vis-à-vis des souches *Escherichia coli* et *Pseudomonas aërogenosa* même à des fortes doses, ce résultat est en accord avec les résultats de

Achori [61] et avec les travaux effectués par Satrani [43], qui ont montré que L'HE de *myrtus communis* ne présente aucune activité contre les bactéries *E-coli* et les *pseudomonas*.

Des travaux effectués par Hennia[59] ont montré que L'HE extraite à la fleuration possède un pouvoir antimicrobien remarquable pour *staphylococcus aureus* avec une zone d'inhibition de 37.67 mm/8µl et une zone d'inhibition de 16.67 mm/8 µl pour *E-coli* sauf les *Pseudomonas aérogenosa* était résistant à toutes les doses testées.

D'une manière générale, l'huile essentielle des feuilles de *Myrtus communis* obtenu par hydro distillation à montré une activité antibactérienne vis-à-vis des trois souches testés.

D'après Satrani[43], il ya une forte relation entre la composition chimique de l'HE de myrte et l'activité antibactérienne, les composés responsable de cette activité sont : 1.8 cinéol, myrténol et le α -terpinéol, la faible activité contre les souches *Pseudomonas aérogenosa* et *Escherichia coli* est due probablement aux pertes des composés volatils de L'HE durant le stockage et ou l'extraction.

D'autre part cette faible efficacités est due au fait que pendant l'incubation quelques composés volatils de l'huile peuvent s'évaporer des milieux de culture ce qui diminuerait sa concentration et par la suite en activité antibactérienne.[21,43]

La sensibilité d'un micro-organisme à l'huile essentielle dépend des propriétés de l'huile et de micro- organisme, les bactéries à Gram+ sont plus sensibles à l'huile essentielle que les bactéries à Gram-.

La grande résistance des bactéries gram- à l'huile essentielles est liée à la complexité de l'enveloppe cellulaire de ces micro-organismes qui contiennent une double membrane contrairement à la structure membranaire simple des bactéries Gram +, il est établi aussi dans de nombreux travaux que l'activité anti bactérienne des huiles essentiels et en rapport avec les composés majoritaire et les possibles synergiques entre les constituants [29, 31]

3-6 Le pouvoir antioxydant d'HE

L'activité antioxydant exprime la capacité de réduction des radicaux libres ou le DPPH est un radical libre présente une coloration violet, l'ors qu'il est piégé par des substances antioxydants, la forme réduite confère à la solution une coloration jaune pale, la décoloration de la couleur de la forme libre en solution dépend de la nature, la

concentration et de la substance anti radicalaire, pour l'évaluation de ce test une gamme de concentrations à été préparé d'HE.

La réaction (figure 3-) de la réduction du DPPH en solution est rapide et instantanée, le changement de couleur exprimant le passage du radical DPPH de la forme oxydée (DPPH) à la forme réduite stable (DPPH –H) se fait dans un temps extrêmement court ou l'état d'équilibre est atteint immédiatement et la réduction est presque complète.

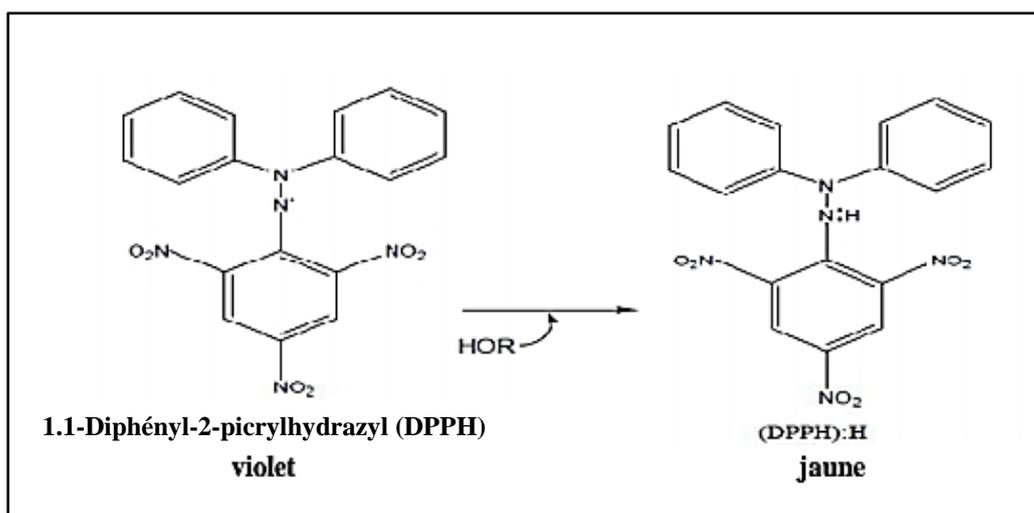


Figure 3-3 : Réaction de réduction du radical DPPH.[34]

Les pourcentages d'inhibition du radical DPPH représentés dans (les tableaux 3- 6, 3- 7) en fonction de la concentration.

Les deux tableaux affichent les pourcentages d'inhibition des radicales DPPH enregistré pour l'HE de myrte commun et pour l'acide ascorbique.

Les résultats du tableau 3- 6 montrent une augmentation proportionnelle du pouvoir réducteur en fonction des concentrations.

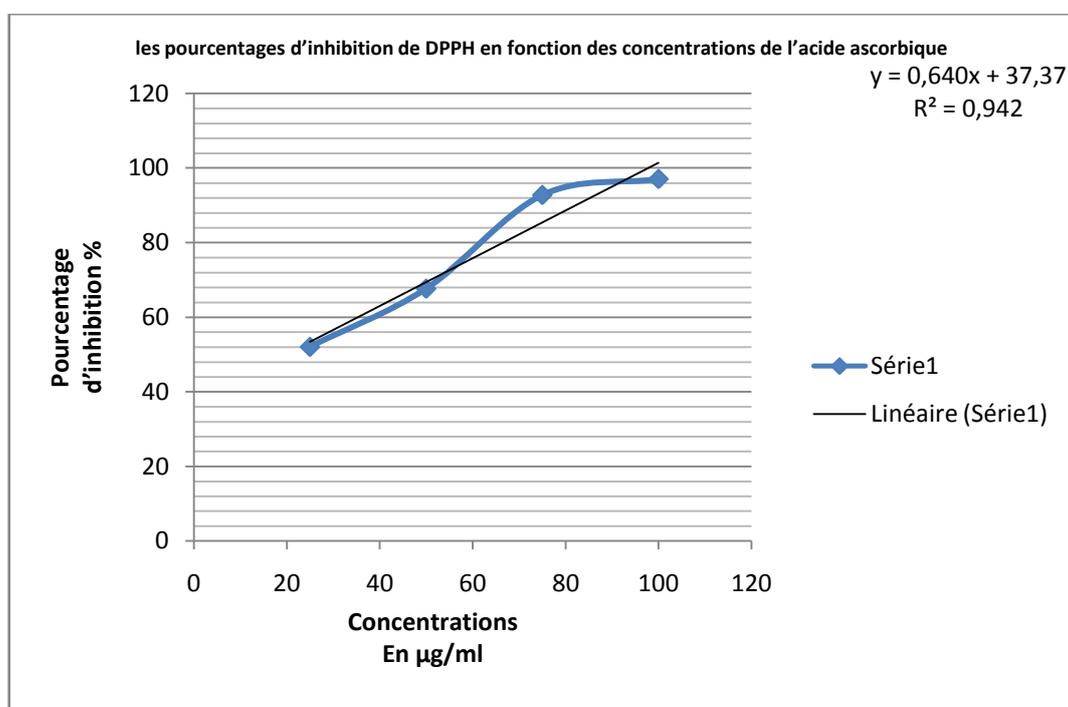
Tableau 3- 8 les pourcentages d'inhibition de DPPH par l'huile essentiel

Concentrations En $\mu\text{g/ml}$	Pourcentage d'inhibition %
100	87.46
50	54.28
25	51.92
12.5	49.6
6	47.33

Tableau 3- 9 les pourcentages d'inhibition de DPPH par l'acide ascorbique [64]

Concentrations En $\mu\text{g/ml}$	Pourcentage d'inhibition %
100	97.07
75	92.78
50	67.64
25	52.07
/	/

- Les graphes suivants (Figure 3-2) (Figure 3-3) illustrent les résultats des tableaux

**Figure 3- 4** les pourcentages d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'acide ascorbique

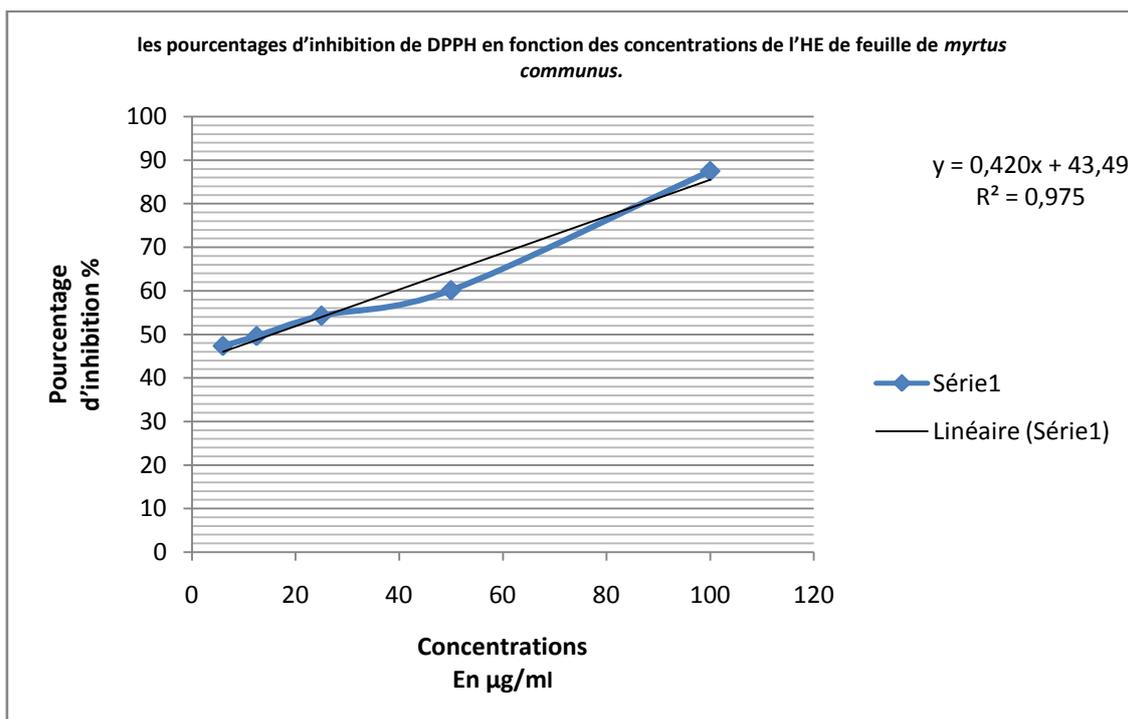


Figure 3- 5 les pourcentages d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'HE de feuille de *myrtus communus*.

La détermination de l'indice IC_{50} relative de notre HE est Déterminé a partir de l'équation da la droite de régression relie les pourcentages d'inhibition avec la concentration utilisé.

L'HE de *myrtus communus L* présente une activité antioxydant vis-à-vis du piégeage du radical libre avec un pourcentage d'inhibition maximale de 87.64% pour une concentration de **100µg/ml** et avec **$IC_{50}= 15.50 \mu g/ml$** cette valeur est supérieur à celle de l'acide ascorbique (**$IC_{50}= 19.73 \mu g/ml$**),

Des travaux similaire effectués par Kanoun[8]ont montré que la fraction d'acétate d'éthyle des de *myrtus communusL* à présentée une activité anti oxydante intéressante (**$IC_{50}= 0.098 mg/ml$**) qui est supérieur à la capacité du piégeage du radicale DPPH de l'acide ascorbique **$IC_{50}= 0.12 mg/ml$** , une autre étude mené par Touaibia [50] révèle que l'activité antioxydant des extrait des feuilles de *myrtus communusL* dépend essentiellement du taux des polyphénols et la IC_{50} compris entre 0.0095 et 0.17 mg/ml.

Merbet [46] ont aussi enregistré une bonne activité antioxydant avec l'extrait d'acétate d'éthyle des huiles essentielles des feuilles de *myrtus communis* (**IC₅₀= 8.70 µg/ml**), meilleur a celle de la vitamine E (**IC₅₀= 25 µg/ml**) déterminer par la méthode de DPPH.

En interagissant avec les radicaux libres les antioxydants réduisent ou même empêchent leur effet nocif, cette oxydation qui est impliqué dans la pathogenèse de nombreuse maladie est également responsable de la dégradation des graisse et des huiles qui entraînent un changement de leur saveur, colleur et valeur nutritif.

En raison de leur cancérogénicité, les antioxydants synthétiques utilisés dans les produits pour application humain sont limité, ce qui augmente considérablement l'intérêt pour les antioxydants d'origines naturelles, les plantes médicinales comme le myrte sont une source d'antioxydant naturelle en raison de l'activité de métabolite secondaire tel que les phénylpropanoïdes et les huiles essentielles. [37]

Conclusion générale

Conclusion générale

La flore algérienne est riche en plantes aromatiques et médicinales et un bon nombre d'entre elles sont des espèces endémiques pouvant être tant que source de produit à forte valeur ajoutée, ces plantes par leur grande diversité représentent un réservoir important de produits notamment des huiles essentielles ayant des activités divers et par conséquent pouvant avoir de multiples applications.

Ce travail apporte une nouvelle contribution à la connaissance d'une espèce de Myrte en Algérie (*Myrtus communis* L) connue par ses propriétés curatives, cette étude s'intègre également dans le contexte plus global de mise en valeur de la biodiversité des plantes aromatiques algériennes ainsi que dans le cadre de la préservation des espèces endémiques en voie de disparition.

La récolte de la plante a été effectuée durant le mois d'avril, les feuilles de l'espèce *Myrtus communis* ont été séchées à l'ombre pendant dix jours.

L'extraction des huiles essentielles est réalisée par hydrodistillation ou on a utilisé deux montages, le premier est celui de type Clevenger et le deuxième est un montage semi-pilote, les rendements obtenus par ces deux procédés sont presque égaux, par contre les caractéristiques organoleptiques des deux huiles sont différentes.

Les analyses physico-chimiques telles que la densité relative, l'indice de réfraction, l'indice d'acide, l'indice de saponification et l'indice d'ester de l'HE de Myrte ont montré que généralement les résultats sont conformes aux bibliographies.

La composition chimique des huiles extraites a été déterminée par CG/SM, les composés majoritaires de celle obtenues par le premier procédé sont : eucalyptol (10,7%), linalool (8.48%), Decan de méthyl (8.23%), 1,3,7 -octatriène (6.15%), Terpèneol α (5.48 %), pentanoïque acide (5.47%), linalyl acétate (5.10%), Neryl acétate (4.69%) par contre celle obtenue par le deuxième procédé est caractérisée par la présence de : 1-2 benzendicarboxylique acide (15.63%), Décane (14.43%), Limonène-10-ol (9.53 %), 4,2-Fleurophenoxy (8.72%), α -pinène (8.32%), linalool (5.28%) et le 6-méthylène-1,3 cyclohexène (5.17%).

L'activité antibactérienne de l'HE de Myrte commun a été évaluée par la méthode de diffusion des disques (aromatogramme) vers trois souches bactériennes pathogènes les bactéries *Pseudomonas aeruginosa* et *E.coli* sont montrées une résistance sauf

Staphylococcus aureus qui se révèle sensible avec des diamètres de 15 mm et 13 mm pour les concentrations **0.5g/ml et 0.25 g/l** respectivement, et en dernier l'activité antioxydante de l'HE des feuilles de *Myrtus communis* L à été évaluée par la méthode de la réduction du radical DPPH, les résultats révèlent que cette HE présente une bonne capacité réductrice avec une **IC₅₀=19.73 µg/ml** en comparaison avec l'antioxydant de référence (**IC₅₀=15.5 µg/ml** pour l'acide ascorbique).

L'HE de Myrte commun à présenté une activité intéressante proportionnellement à sa composition chimique riche en composés actifs biologiquement.

Ces résultats peuvent représenter une base de recherche sur la substitution des agents antimicrobiens classiques par les extraits des plantes qui ne cessent de nous étonner par leur pouvoir mal expliqué mais très prometteur.

Référence bibliographiques

[1] V. Hammich. Et al, << plantes médicinales et thérapeutiques, 1^{er} partie ; les plantes médicinales dans la vie moderne et leur situations en l'Algérie >>, annales de l'institut national agronomique, El Harrach, volume 12(1) p : 419-449. 1988.

[2] D.KONE, << enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes. extraction, identification d'alcaloïdes, caractérisation et quantification de polyphénols, étude de leur activité antioxydante >>. Thèse de doctorat en chimie organique. Université de Paul Verlaine de METZ. France-2009.

[3] N. ZEKRI, << étude photochimique et activités biologiques des huiles essentielles des extraits des *M. pulegioides* L., *M. suaveolens* et *M. spicata* L. du moyen Atlas marocain >>, thèse de doctorat en chimie, université de Mohammed V. rabat 2017.

[4] M. CHENINI, << Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic (*ocimum basilicum* L.) l'extrait par hydro distillation et par micro-ondes >>, Thèse de doctorat en chimie moléculaire, université d'Oran 1 Ahmed Benbelle 2016.

[5] Touiabia et al. << Évaluation de l'effet antioxydant des extraits de l'espèce saharo-endémique (*Myrtus Nivellei* Bah and Trad) Obtenus in situ et in vitro >>. Algérien journal of Natural Product volume 2 (2). p 56-63 .2012

[6] R. Bessah et B el Hadi. << La filière des huiles essentielles ; état de l'art, l'impact et enjeux socioéconomiques >>, revue des énergies renouvelables. Volume 18 (3) p 513-528. 2015

[7] A MAKHLOUFI << étude des activités anti- microbienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (*matricaria pubescens* et *rosmarinus officinalis* L.) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre >>, thèse de doctorat en microbiologie, université de Tlemcen 2013.

[8] KH .KANOUN. << Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante, des extraits de *myrtus comminis* L (Rayhan) de la région de Tlemcen >>. Thèse de Magistère en biologie- université de Tlemcen 2011.

[9] A. EL.Haib <<volarisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformation catalytique >>. Thèse de doctorat en chimie organique université é de Toulouse.2011.

[10] N. Djabou. << Caractérisation et variabilité des plantes à parfum aromatiques et médicinales de corse et de l'ouest- algérien >>, thèse de doctorat université de Tlemcen 2012.

[11] A. Marouf et J. Reyaud, << La botanique de A à Z 1662 définitions >>, Edition Dunod, p : 251-252. 2007.

[12] BM. Homsî. << progrès en dermato allergologie>> Edition John Linbbey Euronext,p 123. 2009.

[13] E .Valeri. << La phytothérapie de la femme enceinte >>, Edition LULU, p : 9-14. 2014.

[14] N. Boumediene, << contribution à l'étude de l'activité biologique d'une espace du genre Ruta de Djbel Tessala, (Algérie occidentale) et à la faisabilité d'une plante de conservation >>. Mémoire de master 2, université de Tlemcen.2014.

[15] L. LAKHDAR, << évaluation de l'activité anti bactérienne d'huile essentielle. Marocaines sur *Aggréga Tibacter Actinomyce Temcomitans* : Etude invitro, Thèse de doctorat en science odontologique université de Médecine- RABAT .2015.

[16] N.BOUSBIA. << Extraction des HES riche en antioxydants à partir produit naturels et de coproduites agroalimentaires >>, thèse de doctorat chimie Ecole Nationale supérieur agronomique (INA) 2012.

[17] S.JOUAULT. << La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur Toxicité>>, thèse de doctorat en pharmacie ; université de LORANIE 2012.

[18] D. Scienca et M. Tetaux, << votre santé par les huiles essentielles au quotidien >> Edition Aplen .s.a.m. p 23. 2005.

[19] J. Klaustain et al. << La connaissance des huiles essentielles >>. Edition Springer. pages 27-28. 2013.

[20] A.N BOUHADDOUDA, << Activité antioxydante et antimicrobienne de deux plantes du sol local *origanum vulgare et Menthapuleguim* >>, thèse de doctorat en biochimie, université d'Annaba.2016.

[21] F.CHEMOUL. << Etude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *lavandulaofficinalis* de la région de Tlemcen>>, Mastère - université de Tlemcen.2014.

[22] N.KOZIOL. << Huiles essentielles *d'eucalyptus globulus, d'eucalyptus radiata* et de *Corymbiacitriodora* : qualité, efficacité et toxicité>>, Thèse de doctorat en pharmacie université de Lorraine 2015.

[23] F. MAYER. << Utilisation thérapeutique des huiles essentielles ; étude de cas en maison de retraite >>, thèse de Doctorat en pharmacie, université de Lorraine 2012.

[24] CH.PIERRON. << Les huiles essentielles et leurs expérimentations dans les services hospitaliers de France, exemples d'applications en *gériatrie-gérontologie* et soins palliatifs >>, thèse de doctorat en pharmacie université de Lorraine.2014.

[25] A. ATTOU << Détermination de la composition chimique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques de l'ouest Algérie (région d'Ain Tmouchent) étude de leurs activité antioxydant et antimicrobienne >>. Thèse de doctorat en biologie, université de Tlemcen 2017.

[26] F BENDELAID. << Effets de quelques plantes aromatiques sur *entérocoqus fécalis* responsable d'infection dentaire >>, thèse de doctorat en Microbiologie, université de Tlemcen.2015

- [27] B. RIOTT. << Mon guide des huiles essentielles >> Edition LULU. p 12-67. 2015.
- [28] N. Grosjean. << L'amyotrophie prodigieuse : les huiles essentielles prennent soin de vous >> Edition Fernand Lanore. P : 28. 2016.
- [29] Y. MAHMOUDI. << les plantes médicinales dans le jardin prophétique >>. Edition Dar- El Imam- Malek . p : 8-18. 2014.
- [30] P. GOETZ et K.GHEDIRA. << Phytothérapie anti infectieuse >>.. Edition springer. P : 313-318. 2012.
- [31] A. BOUZABATA. << Contribution à l'étude d'une plante médicinale et aromatique : *Myrtus Communis L* >>. Thèse de doctorat en science médicales .université d'Annaba 2015.
- [32] F. Guy., << Arbres et plantes médicinales du jardin >>, Edition Fernand Lannore. p : 19-20. 2002.
- [33] M NEFFATI et AL, << Médicinal and Aromatique plants of the world Africa >> Edition springer. p: 108. 2017
- [34] A .CHIDOUH. << Caractérisation physico- chimiques des extraits hydro solubles du myrte (*myrtus communis L*) >>, thèse de doctorat en biochimies appliqué université de Annaba 2014.
- [35] P. HARIOT. << Atlas colorié des plantes médicinales >>. Edition bibliomane. P : 171. 1909
- [36] C. Tassin.<< pays âges végétaux du domaine méditerranéen : bassin méditerranéen Californie chili centrale,Afriquedusud.Australie méridionale >>Edition IRD.pages :107. 2012.

[37] P. FRANCESCHINI. << *Myrtus communis* L, en corse et en méditerranée de sa composition chimique j'jusqu'a ses utilisation thérapeutique thèse de doctorat en pharmacie>>. Université de Victor Segalen ; bordeaux 2016.

[38] BOTINEAU. <<Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs>>, édition la voiser. page :488. 2010.

[39] PH. BLEROT. <<Le grand livre de la forêt marocaine>>, Edition mardaga. P 207. 1999.

[40] F .Bardeau. << Les huiles essentielles Edition Fernand Ionore >>, P 39-50-214 2009.

[41] R. DESCHEPPER << variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la nation de hémotype. En aromathérapie>>, thèse de doctorat en pharmacie, université de MERSIELLE 2017.

[42] N. VENTURINI. <<contribution chimique à la définition de la qualité : exemples des spiritueux de myrte (*Myrtus communis* L) et de cédrat (citrus médical L) de corse, thèse de doctorat en chimie>>, université de corse pascal Paoli ; 2012.

[43] B.SATRANI et al, <<effet de la distillation fractionné sur la composition chimique et l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de myrte (*myrtus communis* L) du Maroc >>, Actra botanicas Gall. ca volume 153. (2), P 235-242. 2006.

[44] M. TOUIBIA <<composition chimique et activité anti fongique de l'huile essentielles de *myrtus communis* L sur milieu de laboratoire et sur les fruits du fraise>>, revue nature et technologie volume 7 (1) P 65-70. 2015.

[45] M. SADOU et Ab HAMIDI. << Huiles essentielles et extraits éthanoïques de *Myrtus communis* L ; étude de composition chimique et de l'activité antioxydante >>, thèse de ingénieur d'état en biologie, université de BIJAIA Abderrahmane mira. 2012.

[46] CH.MERBET Et H. MENAIFI. <<Etude phytochromique et évaluation des activités antioxydant et anti- inflammatoire de l'espèce *myrtus communis* L>> thèse de Master université des frères %ENTOURI CONSTANTINE. 2015

[47] Touibiat et Chaouch Fz << pouvoir antioxydant des extraits de *Myrtus communis* L obtenus in situ et in vitro >>, revue nature et technologie 6 (1), P 3.8. 2014.

[48] I. LAIB et M.BARKA. << Composition chimique et activité antioxydante de l'huile essentielles des fleurs séchés de *lavandula officinalis* >> Agriculture journal 2 (2), P 90-100. 2011.

[49] M. PERILLAUD. << Propriétés thérapeutiques des huiles essentielles de plantes aromatiques du maquis corse – thèse de doctorat en pharmacie>>. Université de l'île. 2018.

[50]M. CHEBAIBI et AL. << Évaluation de pouvoir antimicrobien des huiles essentielles de sept plantes médicinales récoltées au Maroc>>. Journal phytothérapie 14 (6).P 335-362. .2016.

[51] CH. BERNAR. <<Soigner le stresse par l'homéopathie et la phytothérapie>>, Edition Odiljacob. P : 98-99. 2012.

[52] R. LABIOD << valorisation des huiles essentielles et des extrait de *saturejacalmim* thanepeta, activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide >>, Thèse de doctorat en Biochimie appliqué, université Annaba 2016.

[53] D. TOURE << étude chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatique médicinales de CotéDivoire >>, Thèse de doctorat en biologie humaine tropicale, Université Felix HouPhouet , Boigny.2014

[54] G. BENSALEM. << L'huile de lentisque (*pistais lentisques* .l) dans algérien : caractéristiques physio- chimiques et composition en acide gras >>, thèses de Magister en technologie alimentaire université de constantine1 .2015.

[55] A. BARKA. << Évaluation des indices de nature physico-chimique de quelques huiles alimentaires de friture et impact sur la santé du consommateur >>, Master science des aliments, Université Tlemcen 2016.

[56] TALEB – K.TOUDERT, << extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatique prévenant de la région de Kabylie (Nord Alegria) et évaluation de leurs effets sur le bruche du niébé (*callosobruchus maculatus*) >>.thèse de doctorat en biologie, université Tizi Ouzou 2015.

[57] M. BOUCHERIT << Etude de la composition chimique et de l'activité biologique des huiles essentielles de deux Apiaceae. *Elacoselinum asclepium* L.Bertol et *Margotiagummifera* (Desf) lange >>, thèse de doctorat en biologie végétale université Sétif 1. 2018.

[58] MOUAS et Al << évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielles et de l'extrait méthanoïque du Romarin >>, revue Agrobiologie 7 (1). P :363-370. 2017.

[59] A. HANNIA << extraction et étude de l'activité biologique des huiles essentielles du Myrte (*Myrus communis* L) >>, thèse de doctorat en biochimie végétale, université IBN badis Moustaganem 2016.

[60] D.BENAZIZA et Y. BENHALIMA << étude de l'activité antibactérienne de certaines huiles essentielles sur un des agents responsables de scombrotisme (*Klebsiella pneumoniae*) thèse de master en biologie >>. Université Khemis-Miliana 2017.

[61] I. ACHORI et K. BELILET << contribution à l'étude des activités biologique des huiles essentielles des feuilles de *Myrtus communis* L (Rihan) de la région de Tlemcen >>, thèse de Master en biologie, université de Tlemcen 2018.

[62] H. LAAMA << étude de l'activité antibactérienne et antioxydante de l'huile essentielle de *pertoselinum sativum* de la région d'Ain Defla >>. Thèse de Master en génie des procédés, université Khemis Miliana 2015.

[63] NAOUL OUIS << étude chimique et biologique des huiles essentielles de Coriandre, de Fenouil et de persil>>, thèse de doctorat en chimie organique, université d'oran 1-2015

[64] A. MEKRI extraction, caractérisation activité antibactérienne et antioxydante de l'huiles essentielles des grains de fenouil >>, master en génie des procédés, université Khemis-Miliana, 2018.

Annexes

ANNEXE 1 : Les principaux composants chimiques des huiles essentielles

1. Les alcools

1.1. Alcools mono terpéniques

Structure : $C_{10}H_{15}OH$ OU $C_{10}H_{17} OH$

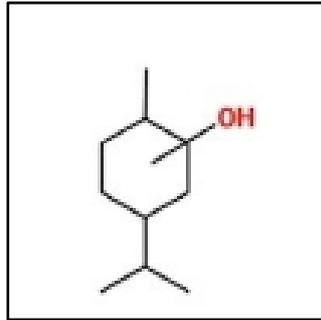


Figure 1: alcool mono terpénique

Propriétés :

- anti-infectieux à large spectre
- antibactériens
- antifongiques
- antiparasitaires
- toniques généraux pour l'organisme
- stimulants du système immunitaire
- neuroniques

1.2. Alcools sesquiterpéniques

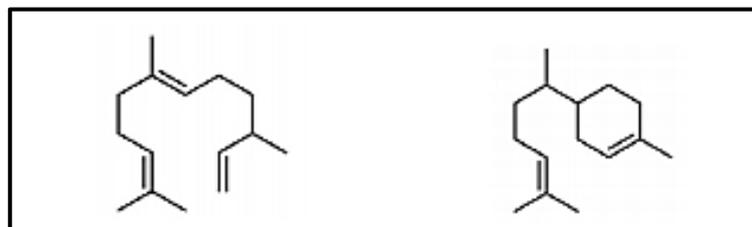


Figure 2: alcool sesquiterpénique acyclique (gauche) et cyclique (droite)

Propriétés :

- décongestionnants vœux et lymphatiques
- hormon-like (œstrogène-like)
- médiocres anti-infectieux
- positivant

2. Phénols simples et phénols méthyle-éthers

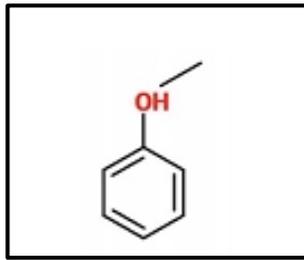


Figure 3 : structure d'un phénol

Propriétés :

- antispasmodiques nootropes et musculotropes (pour les phénols méthyle- éthers)
- antifongiques
- anti-infectieux bactérien et vital
- antiparasitaire
- stomachiques
- tonifiants à dose faible

3. Aldéhydes

3.1. Aldéhydes aromatiques

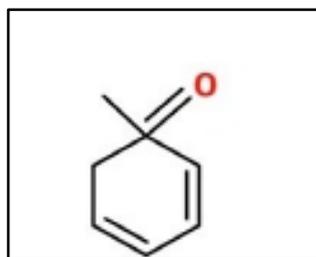


Figure 4 : aldéhyde aromatiques

Propriétés :

- anti infectieux puissants à large spectre d'action
- antibactériens

- antiviraux très puissants
- antifongiques
- antiparasitaires
- immun modulateurs
- toniques généraux

3.2. Les aldéhydes terpéniques

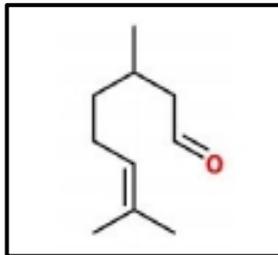


Figure 5: aldéhyde terpénique

Propriétés :

- anti-inflammatoires
- antiseptiques des voies respiratoires
- hypotenseurs
- calmants et sédatifs
- stomachiques et eupeptiques
- antibactériens
- antifongiques
- antiviraux
- litholytiques biliaires et rénaux
- stimulent les fonctions hépatiques
- odeur citronnée (répulsif à moustiques)

4. Cétones :

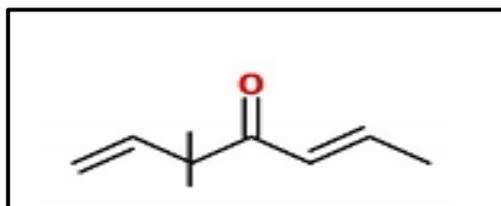
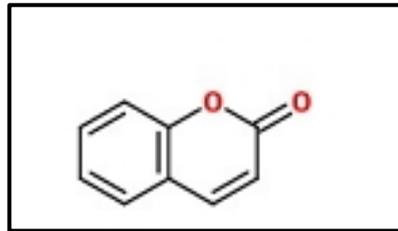


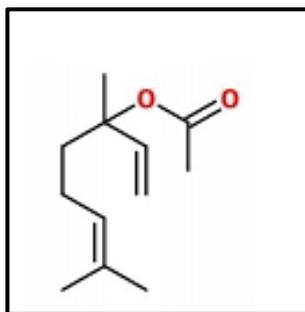
Figure 6: cétone aliphatique

Propriété :

- pouvoir cicatrisant et régénérant du tissu cutané et muqueux
- mucolytiques et fluidifiantes
- cholagogues et cholérétiques
- lypholutiques (dissolution des lucosités bronchiques lipidiques)
- antiparasitaires
- antifongiques
- antivirales
- action sur le SNC

5. Coumarines**Figure 7 : coumarine****Propriété :**

- négativités
- anticoagulantes (propreté des dérivés de la coumarine, la coumarine simple, elle n'étant pas anticoagulante)
- sédatives nerveuse.
- anticonvulsivants
- spasmolytiques
- hépato stimulantes.

6. Esters**Figure 8 : ester terpénique**

Propriété

- Antispasmodiques
- Antalgiques
- anti- inflammatoires
- Hypotenseurs
- calmants- sédatifs
- Négativités

7. Lactones

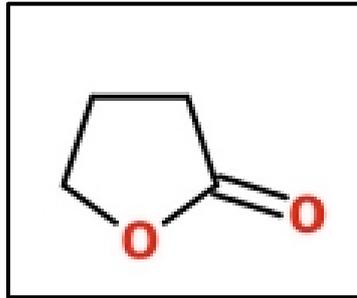


Figure 9: lactone à noyau pentagonal

Propriété :

- décongestionnants respiratoires
- antibactérien
- antiviraux
- antifongiques
- antiparasitaires (ascaridiose)
- toniques circulaires
- immun modulateurs (eucalyptol)
- positivant

8. Terpènes

Ce sont des molécules constituées d'un assemblage de plusieurs molécules d'isoprène (C₅H₈) leur structure générale est sous forme (C₅H₈)_n, ce sont les molécules les plus présentes dans le monde des huiles essentielles.

8.1. Mono terpènes

Structure C₁₀H₁₆

Propriétés :

- décongestionnants
- lymphotoniques
- Toniques et stimulants généraux
- assainissant de l'atmosphère.
- assainissant de l'atmosphère
- cortisone- like

2.8.Sesquiterpènes

Structure :C₁₅H₂₄

Propriétés

- anti- inflammatoires
- décongestionnant veineux et lymphatiques
- hypotenseurs
- calaments
- antiallergiques
- négativités

ANNEXE 2 :

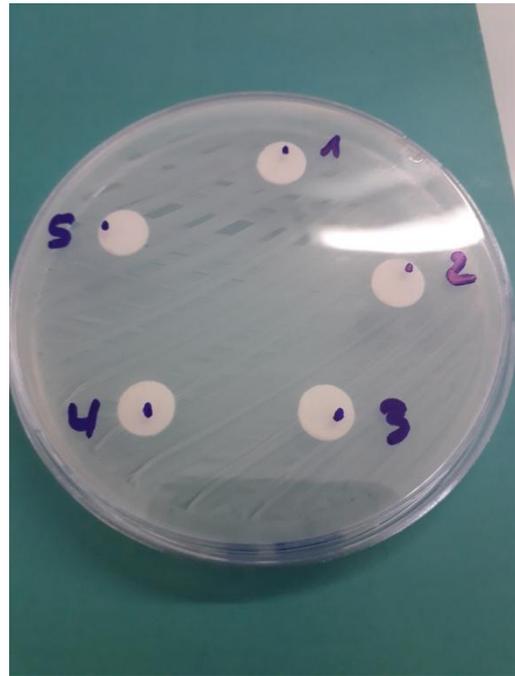


Figure 01 : aromagrammes de staphylococcus aureus



Figure2 : aromatogramme de Escherichia Coli

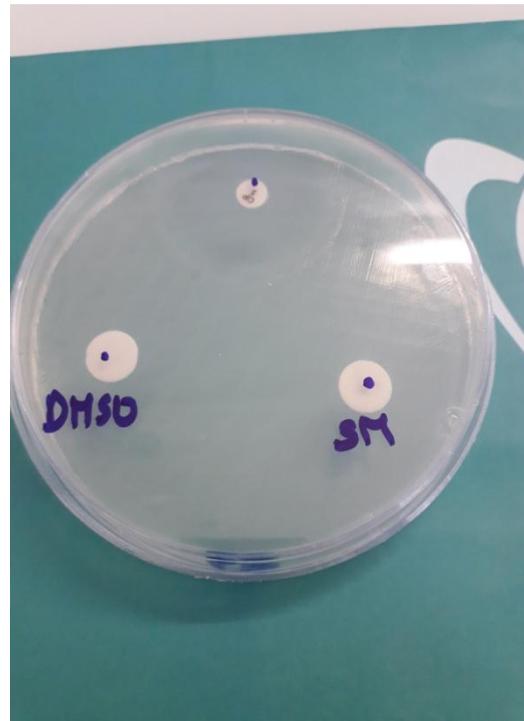


Figure 3 : aromatogramme de Pseudomonas aeruginosa