

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur De La Recherche Scientifique



Université Djillali Liabes De Sidi Bel Abbes
Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie
Département De Biologie

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme du master

Domaine : science de nature et de la vie

Spécialité : biotechnologie microbienne

Intitulé du thème :

**Etude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de
Lavandula officinalis vis-à-vis des souches pathogènes**

Présenté par : Sahraoui Asmaa

Yassine Wahiba

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Présidente : Dr KANOUN.KH	MCA	Université DJILLALI Liabes
Examinatrice : Dr CHAMA.Z	MCB	Université DJILLALI Liabes
Examinatrice : Dr GHANEM.M	MCB	Université DJILLALI Liabes
Encadreur : Dr ABDLMALEK.A	MCB	Université DJILLALI Liabes

Année universitaire 2020-2021

Remerciements

En premier lieu et avant tout nous remercions DIEU « ALLAH » le tout puissant de nous avoir donné le courage, la patience et la force de réaliser ce projet de fin d'étude. J'exprime d'abord mes profonds remerciements et ma vive connaissance à M^{me} ABDELMALEK Pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'elle nous accordé nous a permet de réaliser ce travail.

Un grand remerciement à nos parents pour leur soutien et leur encouragement.

Nous exprimons nos vifs remerciements à M^{me} KANOUNE khadidja pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider le jury.

Nous tiens également à adresser nos vifs remerciements à M^{me} CHAMA. Z et M^{me} GHANEM.M pour l'honneur qu'elles nous ont fait d'examiner ce mémoire.

Nous remercions M^{me} BOUCHOUICHA qui nous a donné les souches bactériennes pour la réalisation de cette étude.

Nous voudrions désormais à remercier toutes les personnes administratives du département de biologie, ainsi que tous nos enseignants qui nous enseigné durant nos études.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mes parents, source de ma fierté, que dieu les protège

A mes sœurs Zolikha, khadidja, Cheimaa et frères

kadour, hassane.mon marie Belhadj Mohammed Amine

et ma belle-famille pour leur soutien.

Merci infiniment



Asmaa



Dédicace

*Je remercie mon dieu le tout puissant qui m'a donné la
volonté, la force pour réaliser ce modeste travail.*

*A mes parents, mon marie Mostapha, ma petite filles
Anfel, mon frère Mohammed et mes amis*



Wahiba

Résumé

Plusieurs travaux de recherche ont été concentrés sur les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques. Les différents résultats publiés indiquent qu'elles sont douées de plusieurs propriétés biologiques.

Dans ce contexte, nous avons essayé d'évaluer *in vitro* l'activité antibactérienne de l'huile essentielle extraite à partir des feuilles de *lavandula officinalis*.

L'extraction a été réalisée par hydrodistillation des feuilles séchées de la plante.

D'autre part l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *lavandula officinalis* vis-à-vis d'*Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* a été réalisé par la méthode de diffusion sur milieu gelosé. les résultats obtenu montrent que l'huile essentielle à la plus forte action antibactérienne contre *Staphylococcus aureus* avec une zone d'inhibition de 20 mm et moins efficace contre *E.coli* avec une zone d'inhibition de 11 mm de diamètre.

Cette étude démontre que la plante étudiée possède des activités biologiques considérables.

Ces résultats peuvent considérés comme point de départ pour des applications de cette plante en santé ou dans le secteur agroalimentaire.

Mots clés : Huile essentielle, activité antibactérienne, *Lavandula officinalis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, hydrodistillation.

Abstract

Several research studies have focused on the essential oils extracted from aromatic plants. The different results indicate that they are endowed published several biological properties.

In this context, we tried to evaluate the in vitro antibacterial activity of the essential oil extracted from the dried flowers of *Lavandulaofficinalis*.

On the other hand Antibacterial activity of *lavandula officinalis* essential oil was tested by the disc diffusion method against four référence strains. *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, the results obtained show that the essential oil have the highrest antibacterial action against S.aureus with a zone of inhibition of 20mm and less effective against E.coli with an inhibition zone of 11mm.

This study shows that the studied plant possesses considerable biological activities.

This results can be considered as a starting point for the applications of this plant in health or in the agrifood sector.

Key words : essential oil, antibacterial activity, *lavandula officinalis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, steam distillation

ملخص

قد ركزت العديد من الدراسات على الزيوت الأساسية المستخرجة من النباتات العطرية النتائج المختلفة المنشورة تشير إلى أنها تتميز بالعديد من الخصائص البيولوجية.

في هذا السياق حاولنا في المختبر تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للزيت الأساسي المستخرج من أوراق الخزامى تم إجراء الاستخلاص بواسطة التقطير البخار.

من جهة أخرى أظهرت نتائج الدراسة أن لهذا الزيت تأثير كبير على فعالية البكتيريا المختبرة باستعمال طريقة الانتشار في وسط هلامي. حيث أعطى الزيت الأساسي فعالية كبيرة ضد *S.aureus* حيث بلغت مساحة الانتشار 20مم و أقل فعالية ضد *E.coli* مع مساحة انتشار 11مم.

على ضوء نتائج هذه الدراسة يمكننا القول أن نبات الخزامى تملك فعالية بيولوجية معتبرة كما يمكن اعتبار هذه النتائج كنقطة انطلاق لاستعمال هذه النبتة في مجال الصحة أو القطاع الزراعي الغذائي.

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية، النشاط المضاد للبكتيريا، الخزامى، التقطير، *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*

Table de matière

Remerciement	I
Dédicace.....	II
Résumé.....	IV
Abstract.....	V
ملخص.....	VI
Liste des tableaux.....	VII
Liste des figures.....	VIII
Liste des abréviations.....	Ix
Introduction.....	1

Partie Bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la lavande

1. les plantes médicinales.....	3
1.1 définition.....	3
1.2. L'intérêt des plantes médicinales.....	3
1.3. Utilisation des plantes médicinales.....	3
2. Description des familles labiées.....	4
3. Le genre Lavandula.....	4
3.1. Historique.....	5
3.2. Description de la plante.....	6
3.3. La répartition de la lavande.....	7
3.4. Principaux espèces de la lavande.....	7
4. Description Botanique de lavande officinalis.....	7
4.1. Position systématique.....	10
5. Propriété de lavande.....	11
6. Culture de lavande.....	12
7. l'huile essentielle de lavande.....	13
7.1. Caractère organoleptique.....	13
7.2. Principaux constituants Biochimiques.....	13

8. usage de lavande.....	13
--------------------------	----

Chapitre II : les huiles essentielles

1. définition.....	16
2. Répartition et localisation.....	16
3. Production mondiale des huiles essentielles.....	16
4. le rôle des huiles essentielles.....	17
5. propriété des huiles essentielles.....	18
6. composition chimique.....	18
6.1. Terpénoides.....	18
6.2. Les composés aromatiques.....	19
7. Facteur influençant la composition chimique.....	20
7.1. Les facteurs intrinsèques.....	20
7.2. Les facteurs extrinsèques.....	20
8. Activité Biologique des HES.....	21
8.1 Activité antioxydants.....	21
8.2. Activité antibactérienne.....	21
8.3 Activité antifongique.....	22
9. Méthode d'extraction des HES.....	22
9. Distillation.....	23
9.2 L'hydrodistillation.....	23
9.3 Entraînement à la vapeur d'eau.....	24
9.4 Expression à froid.....	24
9.5 Extraction par solvants organiques.....	25
10. Extraction par fluide de l'état supercritique.....	25
11. Conservation des huiles essentiels	27
11.1. En pharmacie.....	27
11.2. En cosmétique.....	27
11.3 En agroalimentaire.....	27

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Matériel.....	29
1.1 Matériel biologique.....	29
1.1.1. Matériel végétale.....	29
1.1.2. Souche bactérienne utilisé.....	29
1.2. Matériel non biologique.....	29
2. Méthodes.....	29
2.1. Extraction des l'huiles essentielle.....	29
2.2. Calcul le rendement en huile essentielle.....	30
2.3. Activité antibactérienne.....	30

Chapitre IV Résultats et discussion

1. Evaluation de l'activité antibactérienne.....	34
Conclusion générale.....	38
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste abrégiation

ADN : Acide désoxyribonucléique.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

ARN : Acide Ribonucléique.

ATCC : American Type Culture Collection (catalogue de microorganisme)

Ca : calcium.

DMSO : Diméthyle sulfoxide

DO : Densité optique

E.coli : *Escherichia coli*

HEs : Huiles Essentielles.

K : Phosphore.

M : Mètre.

MH : Muller Hinton.

Mg: Magnésium.

Min : Minute.

µl : Microlitre.

OMS : l'Organisation Mondiale de la Santé.

P : Potassium.

PH : Potentiel d'Hydrogène.

Liste des figures

Figure 01 : Lavandula officianilis

Figure 02 : Lavandula officianilis

Figure 03 : Planche de lavandula officianilis

Figure 04 : Feuilles de lavandula officianilis

Figure 05 : Lavandula angustifolia : rameau florifère fleur entière et en coupe longitudinale

Figure 06 : Tétrakéne de lavande officinale

Figure 07 : Structure chimique de certains composés des huiles essentielles

Figure 08 : Méthode d'hydrodistillation

Figure 09: Extraction des HES par distillation à la vapeur d'eau

Figure 10: Extraction des HES par Expression à froid

Figure 11: Extraction des Extraction par solvants organiques

Figure 12 : Extraction par fluide à l'état supercritique

Figure 13 :L'huile essentielle de lavande

Figure 14 : Résultats de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de lavandula officinalis sur E.coli

Figure 15 : Résultats de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de lavandula officinalis sur *Staphylococcus aureus*

Liste des tableaux

Tableau 1 : classification botanique de *Lavandula officianilis*.

Tableau 2 : Récapitulation des principales huiles essentielles produites et des principaux pays producteurs dans le monde.

Tableau 03 : Activité antibactérienne de l'huile essentielle de *lavandula officinalis*

INTRODUCTION
GENERAL

Introduction général

Après quelques siècles de domination de la synthèse chimique, la pharmacologie, mais Aussi la nutrition et l'agroalimentaire redécouvrent les vertus des plantes dites médicinales, ce qui est le cas de toutes les plantes. Elles sont de plus en plus considérées comme source de matières premières essentielles pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments (**Maurice, 1997**). Mais leurs usages traditionnels n'ont jamais disparus, bien au contraire. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), en 2008, 80 % de la population mondiale repose sur la médecine traditionnelle pour leurs soins primaires. (**Pierangeli et al, 2009**)

Dans le bagage chimique des plantes, les huiles essentielles, les alcaloïdes et autres composés phénoliques, représentent des molécules de fortes valeurs, utilisées dans les industries pharmaceutiques, cosmétiques et agroalimentaires. Les activités antibactériennes de ces produits ont été rapportées dans de très nombreux travaux. (**Bouzouita et al, 2008**)

Une huile essentielle est un produit odorant, de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique sans chauffage (**Bruneton, 2009**). Les végétaux riches en essences se trouvent surtout chez les Conifères, Myrtacées, Labiées, Ombellifères et Rutacées au niveau de différents organes de la plante. (**Mautrait et Raoult, 2009**)

La plupart de leurs propriétés sont dues aux huiles essentielles produites par leur métabolisme secondaire. (**Rashid et al., 2010**)

Ces huiles ont une activité biologique et thérapeutique aussi variée, par exemple les activités antivirales, anti-inflammatoires et anticancéreuses. (**Svoboda et Hampson, 1999**)

L'activité des huiles volatiles réside dans les centaines de molécules chimiques qui la constituent comme les terpénoïdes. Ces derniers donnent à la plante son odeur, d'autres sont responsables du parfum. (**Cowan, 1999**)

Le domaine d'application des huiles essentielles sont diversifiés malgré l'arrivée sur le marché des composés de synthèse ; C'est ainsi qu'elles trouvent de nombreuses applications dans l'industrie chimique et dans le domaine de l'agroalimentaire (condiments, épices, aromatisants,...) et l'aromathérapie (parfumerie, cosmétique et savonnerie). (**Petitjean, 1974**)

Parmi les plantes aromatiques de la flore Algérienne, figure la lavande, dont elle a plusieurs utilisations (culinaire, pharmaceutique, etc.). Une recherche dans des travaux sur les plantes médicinales et aromatiques nous a permis de trouver quelques études sur les propriétés biologiques de l'huile essentielle extraite des fleurs de lavande. Dans ce contexte, cette étude a été menée pour évaluer l'activité antibactérienne de l'huile essentielle extraite des fleurs de *Lavandula officinalis*.

Ce présent manuscrit est divisé en deux parties :

La première partie est consacrée à la synthèse bibliographique mettant l'accent sur deux chapitres :

- **Chapitre 1** : porte sur la description botanique de la plante médicinale étudiée.
- **Chapitre 2** : est réservé à des généralités sur les huiles essentielles.

Introduction général

Dans la deuxième partie nous avons abordé la partie expérimentale qui se subdivise en deux chapitres :

- **Chapitre 3** : matériels et méthodes
- **Chapitre 4** : résultats et discussion, et en termine par une conclusion général.



*Partie
bibliographie*

Chapitre I

Généralités sur la lavande

1. les plantes médicinales

1.1 Définition

On appelle plantes médicinales ou pharmaceutiques toutes plantes qui ont été séchées ou traitées selon plusieurs méthodes et employées dans la préparation des médicaments (**thurzova 1978**).

Les plantes médicinales constituent un patrimoine précieux pour l'humanité. Elles sont des usines chimiques naturelles produisant des substances actives biochimiques : les alcaloïdes, les huiles essentielles, les flavonoïdes et les tanins, et les mettent à la disposition de l'homme qui peut en faire usage pour sa santé et satisfaire ses besoins vitaux. De même, l'homme peut en faire usage pour sa santé et satisfaire ses besoins vitaux (**shauenberge et al 1997**).

Malgré le progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement (**t'abuta et al 2003**).

Elles sont impliquées dans différents secteurs sous formes de principes actifs, des huiles, des extraits, des solutions aqueuses ou organiques ou même telles qu'elles sont (**iseran et al 1996**).

Elle contient au niveau de ses organes un ou plusieurs principes actifs utilisables à des fins thérapeutiques. En fait, il s'agit d'une plante qui est utilisée pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. Les plantes médicinales sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses (**el hackle 1993**).

Environ 35000 espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales. Ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (Abbou 1995 plantes médicinales).

1.2 L'intérêt des plantes médicinales

La phytothérapie est une méthode thérapeutique utilisant les propriétés des plantes médicinales.

Les plantes médicinales ont des effets spécifiques sur certaines parties de l'organisme.

La plupart des habitants des zones rurales basés sur les plantes médicinales pour traiter leurs problèmes de santé.

La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde entier possèdent des vertus thérapeutiques car elles contiennent en effet des principes actifs qui agissent directement sur l'organisme.

1.3 Utilisation des plantes médicinales

Pendant longtemps les plantes ont été utilisées uniquement en nature sous forme de tisanes ou de poudres. Maintenant beaucoup sont présentées en gélules, mais il existe de nombreuses formes d'utilisation des plantes médicinales.

Les plantes médicinales qui possèdent une activité pharmacologique pouvant conduire à des emplois thérapeutiques et cela grâce à la présence d'un certain nombre de substances actives dont la plupart agissent sur l'organisme humain (**naghibi 2005**).

Elles sont utilisées en pharmacie humaine et vétérinaire en cosmétologie ainsi que dans la confection de boissons soit à l'état naturel soit en préparation galénique soit encore sous forme de principes actifs comme matière pour l'obtention de médicaments (**mebarki 2010**).

Les plantes aromatiques constituent une catégorie à part par le fait qu'elles élaborent des substances volatiles adurantes caractéristiques appelées huiles essentielles (**verdage 1978**).

Ces plantes connus depuis l'antiquité sont généralement utilisées en médecine traditionnellement comme agents antibactériens antifongiques et antioxydants (**brune ton 1999**).

2-Description de la famille des labiées

Les familles des labiées est une grande famille de plantes aromatiques, connue pour sa diversité et ses propriétés médicinales. Elle comprend plusieurs herbes aromatiques représentées par plus de 236 genres et 7172 espèces, qui sont utilisés depuis l'antiquité en art culinaire en parfumerie et en thérapeutique (**Hussain, 2004**).

Caractérisées par leurs arômes les labiées sont très riches en huiles essentielles ces dernières sont synthétisées pratiquement par toutes les parties des plantes, feuilles, tiges, fleurs etc. Elles contiennent des précieux réservoirs de composés chimiques multiples ayant une activité biologique différente selon leurs compositions structurales par conséquent les huiles essentielles de cette famille possèdent plusieurs propriétés pharmacologiques : anti-infectieuses, antispasmodiques, antalgiques, toniques digestives, cicatrisantes...etc. (**baikkalia et al 2008**).

Les genres les plus cités dans la littérature sont : le genre *Lavandula* avec les lavandes le genre *mentha* avec les menthes le genre *Rosmarinus* avec le romarin le genre *salvia* avec la sauge et le genre *thymus* avec le thym (**Hussain, 2004**).

Pour le cadre de notre étude, nous nous intéressons au genre *lavandula*

3-le genre *Lavandula* :

Le nom *Lavandula* vient du latin « lavare » qui signifie « laver ». La lavande était ainsi nommée par les Romains car ils parfumaient leurs bains avec cette plante (**chu et kemper, 2001**).

La lavande appartient à la famille des Lamiacées. Ces arbustes sont célèbres pour leurs fleurs très parfumées et pour leur feuillage aromatique et persistant. On compte 39 espèces de lavandes, toutes originaires des régions sèches, ensoleillées et rocailleuses du monde. (**Saadatian et al., 2013**).

Selon les espèces, les lavandes fleurissent en épis blancs, roses, bleus ou violets. Elles sont agréablement parfumées de mars à septembre. La lavande est une plante mellifère. Le nectar de sa fleur attire les abeilles qui en font un miel très doux, excellent pour la santé ! En fin de floraison, les épis secs restent décoratifs et parfumés et durent encore de longs mois. **(Philippe, 1993)**

Les lavandes s'intègrent à merveille dans tous les jardins et balcons dès qu'elles profitent du plein soleil. Elles sont faciles à cultiver. Leur forme arrondie et leur feuillage argenté illuminent le jardin même en plein hiver. **(Couplant, 2012)**

Une présentation sur la (figure 01) de plante *Lavandula officianilis* qui appartient de genre *Lavandula*.



Figure 01 : *Lavandula officianilis* (Saada tian et al., 2013)

3.1 Historique

Les propriétés et les usages de la lavande se sont transmis d'une civilisation à l'autre, depuis l'antiquité, comme pour toutes les autres plantes aromatiques et médicinales. **(Vialard, 2008)**

Les Égyptiens imbibaient des tissus de coton avec de la lavande lors des momifications. Grecs et Romains l'appréciaient pour son parfum et surtout pour ses vertus thérapeutiques. Le nom *lavande* vient du latin *lavare*, car les Romains parfumaient leurs bains avec cette plante.

Cette opération avait un double effet: elle parfumait le corps, en même temps et surtout, elle le protégeait contre les maladies, grâce au son grand pouvoir antiseptique et antibiotique. **(Wilson et Girard, 2007).**

Au moyen-âge, on l'utilisait pour combattre la peste bubonique. On pensait que le mélange lavande-romarin (*Rosmarinus officinalis*) incitait à rester chaste. (Coplant, Au Pallars, la lavande a été utilisée comme protectrice du foyer. Avec la partie supérieure de la plante, on confectionnait une croix pour les portes de maisons qui protégeait contre les maladies et la fatalité. (Vialard, 2008)

On l'utilisait aussi comme talisman contre les calamités climatiques: le mélange lavande (*Lavandula angustifolia*), sureau (*Sambucusnigra* L.) et thym (*Thymus vulgaris*) s'utilisait en fumigation sèche pour prévenir les tempêtes. (Wilson et Girard, 2007).

Mais cela reste incertain, car elle était peu connue non seulement des Grecs mais aussi des Romains. Par contre, comme elle était fort prisée en France, à l'époque médiévale- pour marquer les mauvaises odeurs, le goût de la viande avariée et pour prévenir les maladies-, il serait plus plausible que son nom dérive de lièvre, être livide ou être bleue, du latin médiéval *lavandula*. (Wilson et Girard, 2007)

3.2 Description de la plante

A l'état sauvage, il en existe plus d'une centaine de variétés et de hémotypes différents. (Wichtl et Anton, 1999).

Suivant les espèces, ce sous-arbrisseau vivace mesure de 30 à 70 cm de haut et porte des fleurs bleues, pourpres ou violettes, groupées en épis. Certains cultivars arborent des fleurs roses ou blanches. La floraison s'épanouit de Juillet à Août, en dégagant un parfum agréable, frais, léger et fleuri. (Villard, 2008)

Les feuilles sont étroites, sans pétiole ni dents, de couleur vert bleuté, disposées en paires opposées. Les jeunes feuilles sont souvent blanchâtres, ce qui donne à la plante sa teinte gris argenté caractéristique. Les feuilles peuvent mesurer jusqu'à 5 cm de longueur et sont à la fois amères et aromatiques. (Villard, 2008)

Les tiges sont courtes, dressées, très ramifiées, ligneuses à la base (Small et Deutsch, 2001). La tendance spiralée des rameaux se résorbe presque en une rosette, portant de longs et mince épis de fleurs. (Pelikan, 2002)

Les racines peuvent pousser jusqu'à une profondeur de 4 m et forment un gros système ligneux densément ramifié en profondeur. Cette plante tolère un pH de 6,4 à 8,2. (Small et Deutsch, 2001)

La lavande nécessite un endroit ensoleillé, où la température ne descend pas en dessous de (-10°C) et surtout, sec. (Festy et Dupin, 2012)

Cette belle plante pousse à l'état sauvage, sur les terres rocailleux et ensoleillés. Elle s'adapte bien aux hivers plus froids des régions tempérées si le sol est bien drainé.

Elle aime les terrains calcaires de la méditerranée occidentale.

Plus le sol où elle pousse est aride, plus son essence est fine. (Vialard, 2008).

3.3 La répartition de la lavande

Elle pousse à l'état indigène dans certaines îles de l'Atlantique et depuis le bassin méditerranéen jusqu'au nord de l'Afrique tropicale, au Moyen Orient, à l'Arabie et à l'Inde. (Small et Deutsch, 2001)

Certaines se plaisent dans les collines incultes, d'autres préfèrent les bordures de forêts de chênes verts ou les lisières de bois d'oliviers. Leurs stations naturelles s'étendent du bord de mer jusqu'à des altitudes de 2500 m. Mais toutes aiment les terrains secs, légers, sablonneux et pierreux, bien drainés. (Vialard, 2008)

3.4 Principaux espèces de *Lavandula*

Suivant Couplant (2012), il existe trois principales espèces et un hybride de lavande, qui sont:

La lavande officinale, lavande vraie ou lavande à feuilles étroites (*Lavandula angustifolia*) : est sans conteste celle dont le parfum est le plus délicat. On la surnomme d'ailleurs « lavande fine ». Elle pousse dans les montagnes calcaires de 500 à 1800 m d'altitude et il semble que l'altitude accentue encore la suavité de son odeur. (Kothe, 2007)

Lavande aspic ou lavande à larges feuilles (*Lavandula latifolia*) : affectionne aussi le calcaire, mais préfère les basses altitudes : on ne la trouve guère au-dessus de 600 m. Elle se distingue de sa cousine par ses feuilles nettement élargies en spatule au sommet et s'atténuant vers la base. Par ailleurs, chaque groupe de fleurs est porté par deux petites feuilles (bractées) vertes et allongées, alors qu'elles sont brunes, membraneuses et larges chez la lavande officinale. En fait, un nez exercé les reconnaît sans se tromper : l'odeur que dégage la lavande aspic est incontestablement plus lourde et camphrée. (Kothe, 2007).

Lavande stoechade (*Lavandula stoechas*) : n'aime pas le calcaire. On ne la rencontre que sur les terrains siliceux de la Côte d'Azur, de la Corse ou des Pyrénées- Orientales. Son nom vient des Iles d'Hyères, les Stoechades de l'Antiquité grecque. On la distingue aisément à ses gros épis carrés de fleurs pourpres foncé surmontés d'un curieux plumeau de grandes bractées violettes qui la rendent très décorative. Son odeur est bien différente aussi, rappelant davantage le camphre ou le romarin que la lavande. (Couplant, 2012)

Lavandin : Dans les lieux où les aires de répartition du lavande aspic et de lavande vraie se chevauchent on assiste souvent à des croisements de deux espèces en conséquence à l'apparition d'hybrides qui produisent une huile essentielle très appréciée dans la parfumerie industrielle. (Kothe, 2007)

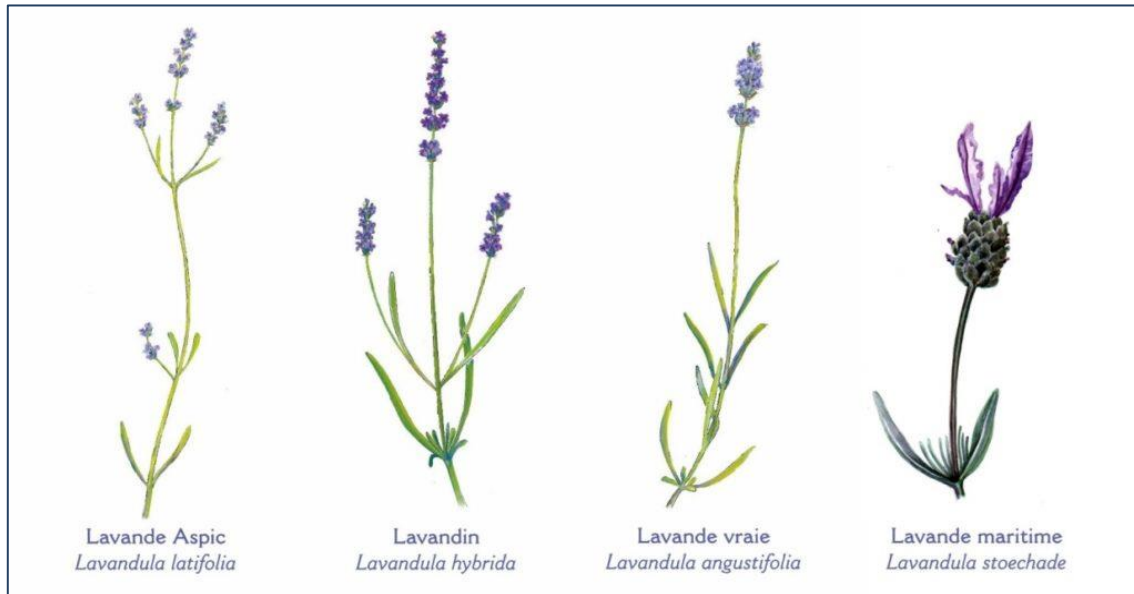


Figure 02 : Les principaux espèces de *Lavandula*:01-*Lavandula angustifolia*, 2-
Lavandula latifolia, 03-*Lavandula stoechas*, 04- lavandin (Couplan, 2012

4. Description botanique de *Lavandula officianilis* :

Nom latin : *lavandula angustifolia* Miller (L.officinalis chaix=L.vera DC.=L.vulgaris Lm.=L.spica L.variét.)

Noms vulgaires : lavande vraie, lavande officinale, lavande fine, lavande commune, lavande femelle, Nard d'Italie, faux Nard, Garde robes.

Les diverses formes qui sont réunies sous ce nom sont des sous arbrisseaux de 20 à 80 cm croissant en masse la racine est pivotante et il en a quelques unes tracantes.les tiges ont une longueur qui varie de 15 à 20 cm et sont longuement dépourvues de feuilles au dessous des inflorescences .la plante se compose de hampes florales courtes et Fines ne portant qu'un seul épi (**figure 03**)



Figure 03: planche de lavandula officianilis Anonyme, 2009

Les feuilles sont étroites ou ovales, longue de 2 à 5 cm (**Figure 04**).

Les bractées sont d'un brun jaunâtre, marquées deux 5 à 7 nervures principales très distinctes, dont le contour est triangulaire, ce détachant facilement de L'épi.



Figure 04 : feuilles de lavandula officianilis Anonyme, 2009

Les fleurs sont courtement pédonculées et disposées en épis de six ou dix groupes dans les plus inférieurs sont séparés des supérieurs. Elles sont portées par des bractées aussi larges que langues (**Figure 05**)

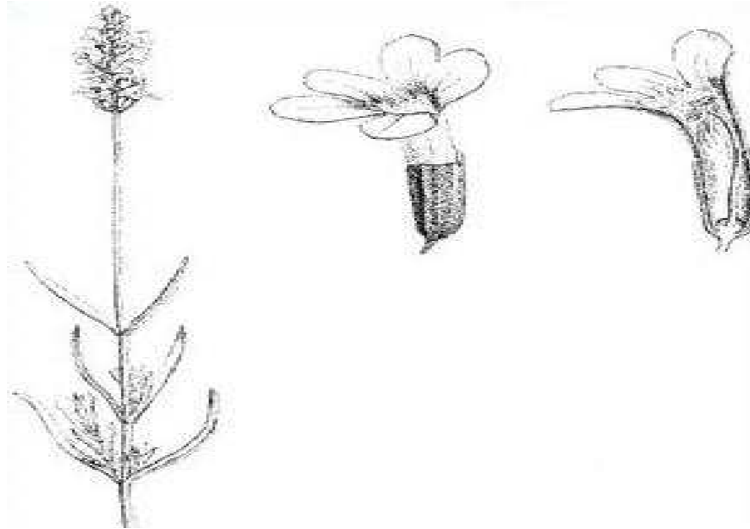


Figure 05: *Lavandula angustifolia* : rameau florifère fleur entière et en coupe longitudinale

Le calice est brièvement cotonneux .On observe la présence de quatre étamines didynames surmontées d'anthères ovoïdes.

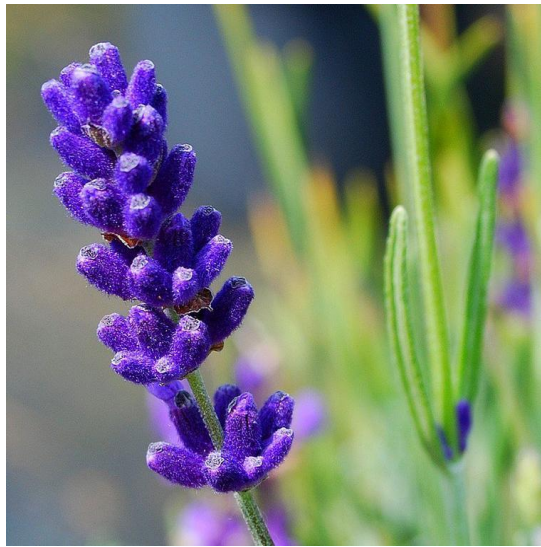


Figure 06 : tétrakène de lavande officinale.

4.1 Position systématique

D'après **Dupont et Guignard(2007)** la systématique de *lavandula officinalis* a été présentée dans le tableau suivant :

Tableau 1 : classification botanique de *Lavandula officianilis*.

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Dialypétales
Ordre	Lamiales (labiales)
Famille	Lamiaceae
Genre	Lavandula
Espèce	Lavandula officianilis

5. propriétés de lavande

Toutes les parties de la lavande, soit les tiges, les feuilles et surtout les fleurs sont aromatiques, chaudes, amères et stimulantes.

Dans les espèces de lavandes, le principe aromatique prédomine sur le principe amer. Ce principe aromatique communique à ces plantes à un degré éminent, les propriétés chaudes et excitant, propre à cette famille. Le principe amer les rend toniques et stomachiques.

Cette plante est éminemment céphalique, Nerval, antispasmodique et anti- hystérique. **(Schauenberg et Paris, 2010)**

Les sommités de la plante sont imprégnées d'une sécrétion huileuse, légèrement résineuse et très volatile. Cette huile volatile est renfermée dans de petits utricules répandus sur la surface des bractées, des corolles, mais surtout des calices. Elle paraît contenir tout le principe aromatique des lavandes, et se combine plus aisément avec les liquides alcooliques qu'avec l'eau.

Il serait nécessaire de soumettre séparément les feuilles et les fleurs à l'analyse chimique, car, les queues ou hampes nues de la lavande et sans doute aussi les feuilles, ne contiennent qu'une très petite quantité d'huile, mais probablement une plus grande proportion d'extrait amer. **(Palikan, 2002)**

L'huile empyreumatique de lavande est jaunâtre, d'un goût âcre et d'une odeur forte et désagréable qui participe de l'odeur de la térébenthine. On la retire par la distillation de toutes les parties supérieures de la lavande. **(Kothe, 2007)**

6. culture de lavande

▪ Conditions de culture

Avant toutes choses, les lavandes se plaisent en plein soleil où elles développent pleinement leurs fragrances caractéristiques. Comme de nombreuses plantes à feuilles velues, voire grises, elles n'aiment guère les sols lourds, argileux et sont capables de prospérer dans la pierraille.

Avant chaque culture, le sol est défoncé sur toute la surface, pour assurer la pénétration des pluies et des racines en profondeur. On enfouit la fumure de fond P/K/Ca/Mg suivant l'analyse. (Small et Deutsch, 2001).

▪ Plantation, entretiens et soins :

La plantation aura lieu entre novembre et mars pendant le repos de la végétation, en dehors d'une période de gel.

La multiplication se fera entre juin et Août, par bouturage de rameaux feuillés vous prouver la planter en haie basse en massif ou sur des rocailles.

Pour la formation d'une haie basse, espacez vos jeunes plants d'environ 20 à 20 cm maximum de manière à ce qu'ils s'imbriquent bien les uns dans les autres ce qu'il n'y ai pas de jour dans votre haie par la suite.

Dans les autres cas on espacera nos plants d'environ 40 à 50 cm.

Creusez un trou environ 2 fois plus gros que le volume de la motte ajouter une petite couche de gravier ou de brique cassée qui servira de drainage (à 10 cm suffiront).

Ajouter un peu d'engrais organique à la terre extraite.

Placer votre motte au fond du trou de manière à ce que sa surglace soit légèrement en dessous du niveau du sol puis rebouchez en tassant bien et arrosez copieusement.

▪ Maladies et ravageurs

La lavande est sujette aux infections de cercopes et de chenilles et sensible aux maladies à champignons telles que la tache foliaire. Les plantes poussent en sol trop humide sont également sujettes à la pourriture de racines (Small et Deutsch, 2001).

▪ Taille

Opérée après la floraison, en fin d'été, elle permet de maintenir les touffes basses, compactes et durables. (Gilly, 1997)

▪ La récolte

Le moment de la récolte se situe au stade fleur, de Juillet à Septembre suivant le lieu de la culture et les possibilités d'accueil de la distillerie. La récolte se fait tôt le matin pour qu'on ne soit pas gênés par les abeilles.

Autrefois, à la faucille, un homme récoltait 400 Kg de fleurs par jour, aujourd'hui la machine récolte un hectare en deux heures. (Gilly, 1997)

7. L'huile essentielle de lavande

L'extraction de l'huile essentielle de lavande se fait par distillation à la vapeur d'eau

Ce processus demande patience et douceur et passe par un appareil bien connu sous le nom d'alambic. C'est à la sortie de cet alambic que se trouve un essencier qui permet d'obtenir deux produits en même temps : l'huile essentielle concentrée à la surface, et en dessous l'hydrolat (appelé aussi eau florale de lavande ou eau de lavande), qui correspond à l'eau de distillation. (Festy et Dupin, 2012)

L'huile essentielle qui en est extraite par distillation est jaune très claire, presque Incolore et il faut 100 Kg de fleurs de lavande pour obtenir $\frac{3}{4}$ de litre d'huile essentielle.

7.1. Caractères organoleptiques :

Liquide limpide, jaune pâle, d'une odeur suave et herbacée parfois un peu âcre.

(Festy et Dupin, 2012)

7.2 Principaux constituants biochimiques :

Les huiles essentielles contenant principalement des monoterpènes, dont les constituants majeurs : acétate de linalyle (30-55%), linalol (20-35%), β -ocimène, α -terpinéol (0,3 à 1,0%), limonène (0,1 à 0,5%), cinéole (0,3 à 1,5%), camphre (0,2 à 0,3%), et sesquiterpènes (époxyde de caryophyllène). Autres constituants tel que : tanins (5 -10%), dérivés coumariniques, flavonoïdes, phytostérols, triterpènes et dérivés de l'acide rosmarinique. (Wichtl et Anton, 1999).

8. Usage de la lavande

▪ Usage cosmétique

En cosmétique, elle était à l'honneur chez les Romains et reprend aujourd'hui du galon, portée par l'engouement retrouvé pour les produits nature. (Festy et Dupin, 2012)

L'huile essentielle de Lavande est largement employée dans l'industrie du Parfum (savons, eaux de Cologne, lotions pour la peau, vernis, démaquillants...).

En parfumerie, la Lavande fixe et stabilise toutes les essences de fleurs entre elles pour éviter que le parfum ne vire. De plus, la Lavande fine est indispensable pour la tenue des parfums puisqu'elle sert de note de cœur, apparaissant entre deux et quatre heures après la pose du parfum. (Schauenberg et Paris, 2010).

▪ Usage thérapeutique

En aromathérapie, c'est une panacée à elle toute seule, tant elle traite les maux les plus courants et les plus variés, même les plus incommodes. (Festy et Dupin, 2012)

La lavande tonifie les nerfs, calme et fait dormir ; Elle résout aussi les crampes, combat les syncopes, est vivifiante. Elle dirige dans de bonnes voies le sang qui monte à la tête, elle excite les activités métaboliques. Elle est précieuse, sous forme d'adjonction aux bains, dans la sciatique, la goutte et le rhumatisme. **(Palikan, 2002)**

▪ **Usage culinaire**

La lavande aromatique n'est pas uniquement utilisée et cultivée à grande échelle pour la fabrication de parfums et de cosmétique, elle peut aussi servir à aromatiser des sauces, des soupes, des poissons, de la viande hachée et des ragoûts. On lui prête en outre des propriétés antiseptiques, sédatives, antidépressives et antispasmodiques. **(Kothe, 2007)**

En alimentaire, la Lavande fine est la seule consommable : boissons (sirop, liqueur, limonade...), glaces, sucreries, viennoiseries et chewing-gums. Elle agrémente différentes préparations culinaires (miel, yaourts, thés, crème brûlée, confiture...) **(RezaFakhari et al., 2005)**

On peut faire infuser des fleurs de lavande dans du lait, utilisé ensuite pour la préparation de glace ou de crème à la lavande. Dans certaines régions du Maghreb (Algérie), elle est utilisée dans quelques préparations culinaires, dont le couscous. **(RezaFakhari et al., 2005)**

Chapitre II
Les huiles essentielles

1. Définition

Ce sont des substances huileuses, volatiles, d'odeur et de saveur généralement fortes, extraites à partir des différentes parties de certaines plantes aromatiques, par les méthodes de distillation, par enfleurage, par expression, par solvant ou par d'autres méthodes (**Belaiche, 1979 ; Valnet, 1984 ; Wichtel et Anthon, 1999**). Pour **Bruneton (1999)**, les huiles essentielles (= essences = huiles volatiles) sont «des produits de compositions généralement assez complexes renfermant des principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation». La norme française AFNOR NF T75-006 définit l'huile essentielle comme: «un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicerpe des Citrus, et qui sont séparés de la phase aqueuse par procédés physiques » (**Garnero, 1996**).

Les produits obtenus par extraction avec d'autres procédés ne sont pas repris dans la définition d'huile essentielle donnée par

2. Répartition et localisations

Les HES sont rencontrées dans diverses familles botaniques elles sont largement répandues dans le monde végétale et se trouvent en quantité acceptable chez environ 2000 espèce répartie en 60 familles (**Richter, 1993**).

Elles sont stockées sous forme des microgouttelettes dans les glandes des plantes (anonym.01) on les trouve aussi dans les fleurs, les fruits, les feuilles, les racines, les graines et les écorces de nombreux végétaux (**Anonyme.02**).

3. Production mondiale des huiles essentielles

Plusieurs pays tirent une grande partie de leurs ressources de l'exploitation des plantes huiles essentielles. On estime aujourd'hui à environ 40 000 le nombre d'espèces aromatiques croissant dans le monde dont 3 000 ont été étudiées et 300 sont exploitées industriellement (**Souzaetal., 2006**). Plus de 90 % des espèces à étudier et à valoriser poussent dans les pays tropicaux (**Ouamba, 1991**). Les principales huiles essentielles produites et les principaux pays producteurs sont résumés dans le **tableau 01**.

Tableau 02 : Récapitulation des principales huiles essentielles produites et des principaux pays producteurs dans le monde en 2008 (**Perfumer&Flavorist, 2009**)

Huiles essentielles	Production (Tonnes)	Principaux pays producteurs
Huiles d'oranges	51000	USA, Brésil, Argentine
Huiles du citron	9200	Argentine, Italie, Espagne
Huiles de l'eucalyptus	4000	Chine, Inde, Australie, Afrique du Sud
Huile de la menthe poivrée	3300	Inde, USA, Chine
Huile du clou de gargoyle	1800	Indonésie, Madagascar
Essence de la citronnelle	1800	Chine, Sri Lanka
Huiles de la menthe verte	1800	USA, Chine
Huiles du bois de cèdre	1650	USA, Chine
Huile de la lavande	1100	France

4. le rôle des huiles essentielles

En plus des propriétés thérapeutiques des huiles essentielles à l'extérieur des plantes, il ne faut pas négliger non plus la fonction de ses huiles dans la plante. Toutefois, les parfums émis jouent un rôle attractif pour les insectes pollinisateurs. (**Deroin, 1988**)

De plus, en règle générale, les huiles essentielles constituent un moyen de défense naturel contre les insectes prédateurs et les microorganismes. Les substances émises sont dans ce dernier cas appelées «phytoalexines». Ce type de toxine n'est produit qu'en cas d'infection et n'entre donc pas dans la composition d'une huile essentielle provenant d'une plante saine. (**Mann, 1987**).

L'utilité des huiles essentielles pour les plantes désertiques, a été rattachée à la conservation d'une humidité indispensable à la vie des plantes. Les vapeurs aromatiques ont pour propriété de saturer l'air autour de la plante, empêchant la température du jour de monter jusqu'à un degré insupportable pour la vie végétale et la nuit de façon excessive, aussi les huiles essentielles constituent une ressource énergétique, facilitant certaines réactions chimiques (**Belaiche, 1979**).

5. Propriétés des huiles essentielles

Les HES possèdent en commun un certain nombre de propriétés physico-chimiques malgré leurs différences de constitution

- ce sont généralement des liquides à la température ordinaire.
 - elles sont généralement incolores ou jaune pâle quand elles viennent d'être préparées ; il existe cependant une exception comme l'huile essentielle à azulène qui est de coloration bleue.
 - leur densité est le plus souvent inférieure à l'unité de l'eau, seul trois HES officinaux ont une densité supérieure à celle de l'eau, seules ce sont les huiles essentielles de cannelle, de Giroflier et de saffran.
 - peu soluble dans l'eau, elles lui communiquent cependant leur odeur elles sont
- Solubles dans les alcools solubles dans les feuilles fixes et dans la plus part des solvants organiques.
- elles sont très altérables à l'oxydation (mais ne rancissent pas).
 - elles ont tendance à se polymériser ; en donnant lieu à la formation de produits résineux elles sont de conservation limitées (**Paris et al, 1986**).

6. Composition chimique

La détermination de la composition chimique a intéressé de nombreux chercheurs et les méthodes d'analyse chimique de plus en plus sophistiquées ont permis d'identifier un très grand nombre de constituants des huiles essentielles.

Les huiles essentielles sont des mélanges plus au moins complexes dont les constituants jouent du point de vue de parfumerie des rôles d'inégale importance : les uns contribuent puissamment à l'arôme de l'essence, certains participent simplement à l'harmonie du mélange autres sont complètement inodores ou peu odorants, ceux-ci ont un rôle tout à fait effacé.

Les constituants des huiles essentielles appartiennent de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe de terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatique dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquents, d'autre part elles peuvent également renfermer divers produits issus de processus dégradatifs mettant en jeu des constituants non volatils (**Bruneton, 1999**)

Les principaux constituants des huiles essentielles sont les suivants :

6.1. Terpénoïdes :

Dans le cas des huiles essentielles, seuls seront rencontrés les terpènes

Les plus volatils : mono –et sesquiterpènes

❖ Les monoterpènes :

Constituants les plus simples de la série, les monoterpènes sont issus du couplage de deux unités « isopréniques ». Ils peuvent être acycliques (myrcène, ocimène), monocyclique (α et γ -terpinène, p-cymène) ou bicyclique (pinène, camphène, sabinène). Ils constituent parfois plus de 90% de l'huile essentielle (citrus...)

Les variations structurales justifient l'existence de nombreuses molécules : alcools (geraniol, α -terpinol bornéol, trans-trans-farnésol), phénols (thymol), aldéhydes (citronellal), cétones (carvone, β -vetivone) esters (Acétate de cédryle), éther (1,8-cinéole) (Bruneton, 1999).

❖ les sesquiterpènes :

Un grand nombre de sesquiterpènes voir figure 9 sont des constituants habituels des huiles essentielles des végétaux supérieurs, ils peuvent intervenir dans les propriétés pharmacologiques attribuées à ces fractions volatiles.

Biologiquement, bon nombre de structures sesquiterpéniques sont des phytoalexines, d'autres semblent agir comme des régulateurs de croissance, d'autres enfin attirent les insectes ou agissent à l'encontre de ceux-ci comme des facteurs antinutritifs (Bruneton, 1999)

6.2. Les composés aromatiques :

Les dérivés du phenylpropane (C6-C3) sont beaucoup moins fréquents que les précédents ce sont très souvent des allyles –et des propénylphénols, parfois des aldéhydes.

On peut également rencontrer dans les huiles essentielles des composés en (C6-C1) comme la vanilline ou comme l'antranilate de méthyle

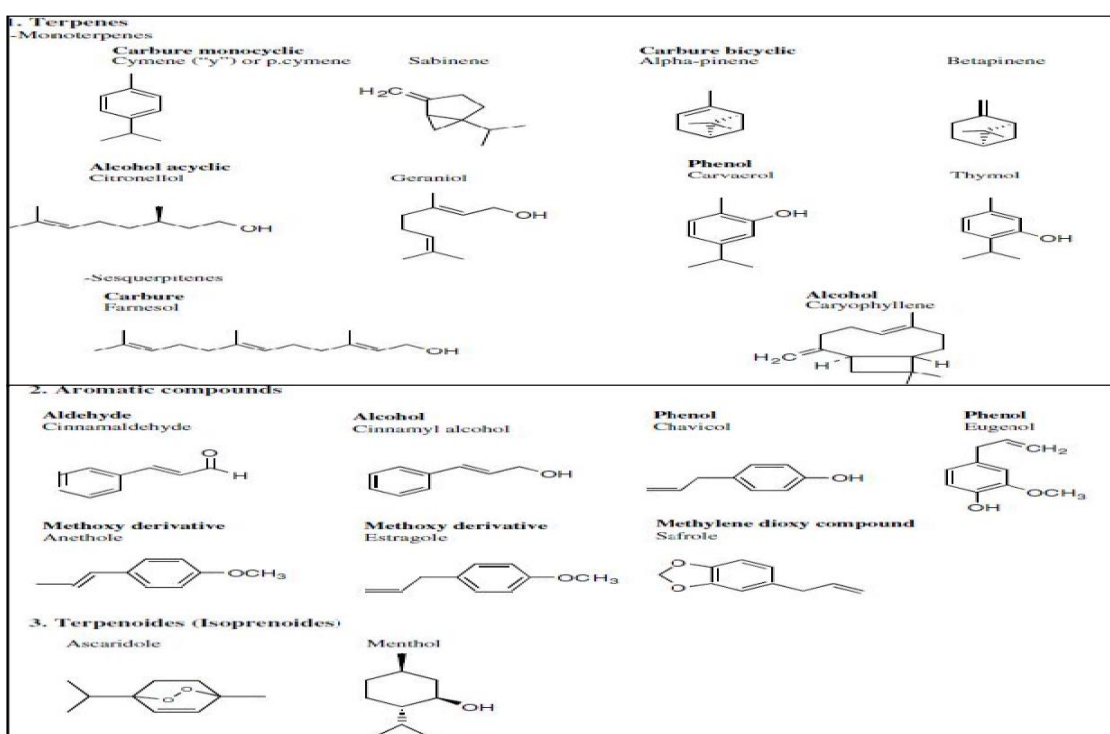


Figure 07 : Structure chimique de certains composés des huiles essentielles

7. Facteurs influençant la composition chimique

Etant formées de mélanges généralement complexes, les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition, qu'au plan du rendement des plantes d'origine. Cette variabilité peut s'expliquer par différents facteurs, que nous pouvons regrouper en deux catégories :

Facteurs intrinsèques, liés à l'espèce, au type de clone, à l'organe concerné, à l'interaction avec l'environnement (type de sol ou climat, ...) et au degré de maturité du végétal concerné, voire au moment de la récolte au cours de la journée facteurs extrinsèques, en lien avec la méthode d'extraction. (**Besombes, 2008**)

7.1. Les facteurs intrinsèques

Les cellules productrices d'huile essentielle pouvant se situer dans différents organes, il est possible d'obtenir différentes huiles selon les parties sélectionnées d'une même plante.

Des travaux de recherche ont montrés des différences de composition des huiles essentielles en raison d'organes différents (feuilles et fleurs) et de sous-espèces différentes. (**Maffei et Sacco, 1997**)

Le stade végétatif au moment de la récolte est un facteur déterminant pour le rendement et la composition de l'huile essentielle des plantes de *Lavandula* obtenus par clonage. (Fantino, 1990)

7.2. Les facteurs extrinsèques

Huang et al. (1995) ont montrés l'influence des méthodes d'extraction sur la Composition des huiles essentielles.

Selon **Fantino (1990)**, le stockage des matières premières avant distillation peut également influencer la composition et le rendement des huiles essentielles. Ce dernier a noté des pertes considérables d'huile essentielle lors d'un stockage prolongé au congélateur, mais peu d'évolution de la composition.

Par ailleurs et d'après **Carette (2000)**, le temps de stockage des huiles essentielles après extraction tend aussi à modifier leur composition. Ce qui fait qu'elles se conservent entre 12 et 18 mois après leur obtention, car, avec le temps, leurs propriétés tendent à décroître.

D'autres travaux ont mis en évidence l'influence de l'origine géographique de la Matière première. (**Verzelet al., 1988**).

8. Activités biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont connues pour être douées de propriétés antiseptiques étant microbiennes. Beaucoup d'entre elles, ont des propriétés antitoxiques, antivenimeuses, antivirales, anti-oxydantes, et antiparasitaires. Plus récemment, on leur reconnaît également des propriétés anticancéreuses. (Valnet, 2005)

L'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique et les possibles effets synergiques entre ses composants. Sa valeur tient à son «totum» ; c'est-à-dire, l'intégralité de ses constituants et non seulement à ses composés majoritaires. (Lahlou, 2004)

8.1 Activité antioxydante

Le pouvoir antioxydant de ces huiles est développé comme substitut dans la conservation alimentaire. Ce sont surtout les phénols et les polyphénols qui sont responsables de ce pouvoir. (Richard, 1992)

Lorsque l'on parle d'activité antioxydante, on distingue deux sortes selon le niveau de leur action : une activité primaire et une activité préventive (indirecte). Les composés qui ont une activité primaire sont interrompus dans la chaîne auto catalytique de l'oxydation.

(Multon, 2002). En revanche, les composés qui ont une activité préventive sont capables de retarder l'oxydation par des mécanismes indirects tels que le complexe formé par des ions métalliques ou la réduction d'oxygène. (Madhavi et al., 1996)

8.2 Activité antibactérienne

Du fait de la variabilité des quantités et des profils des composants des HES, il est probable que leur activité antimicrobienne ne soit pas attribuable à un mécanisme unique, mais à plusieurs sites d'action au niveau cellulaire. (Carson et al., 2002)

De façon générale, il a été observé une diversité d'actions toxiques des HES sur les bactéries comme la perturbation de la membrane cytoplasmique, la perturbation de la force motrice de proton, fuite d'électron et la coagulation du contenu protéique des cellules (Davidson, 1997).

Le mode d'action des HES dépend en premier lieu du type et des caractéristiques des composants actifs, en particulier leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation de la membrane. (Cox et al., 2000; Carson et al., 2002)

Une inhibition de la décarboxylation des acides aminés chez *Enterobacter aerogenesa* aussi été rapportée (Wendakoon et Sakaguchi, 1995). Les HES peuvent aussi inhiber la synthèse de l'ADN, ARN, des protéines et des polysaccharides. (Cox et al., 1991).

Néanmoins, certains composés phénoliques de bas poids moléculaire comme le thymol et le carvacrol peuvent adhérer à ces bactéries par fixation aux protéines et aux lipopolysaccharides pariétales grâce à leurs groupes fonctionnels et atteindre ainsi la membrane intérieure plus vulnérable (Dorman et Deans, 2000).

2.3 Activité antifongique

Dans le domaine phytosanitaire et agroalimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant la denrée alimentaire. (Lis-Balchin, 2002)

Selon Voukouet *al.* (1988), les huiles essentielles les plus étudiées dans la littérature pour leurs propriétés antifongiques appartiennent à la famille des *Labiatae* : thym, origan, lavande, menthe, romarin, sauge, etc... Etant donnée la grande complexité de la composition chimotypique des huiles essentielles, malgré de possibles synergies certains auteurs préfèrent étudier l'effet d'un composé isolé pour pouvoir ensuite le comparer à l'activité globale de l'huile. Ainsi l'activité fongistatique des composés aromatiques semble être liée à la présence de certaines fonctions chimiques. Ils concluent que les phénols (eugénol, chavicol 4-allyl-2-6-diméthoxyphénol) sont plus antifongiques et que les aldéhydes testés (cinnamique et hydrocinnamique). Ils présentent également des propriétés fongistatiques très marquées. Les groupements méthoxy, à l'inverse, ne semblent pas apporter à ce type de molécules une fongitoxicité significative.

Cette activité est estimée selon la durée d'inhibition de la croissance déterminée par simple observation macroscopique. L'activité antifongique décroît selon le type de fonction chimique : **Phénols** > **Alcools** > **Aldéhydes** > **Cétones** > **Ethers** > **Hydrocarbures**

Parmi les aldéhydes aliphatiques, le cinnamaldéhyde s'est révélé le plus actif. En ce qui concerne les composés phénoliques, l'activité antifongique augmente avec l'encombrement stérique de la molécule (p-n-propylphénol > thymol > isoeugénol > eugénol). (Ultreet *al.*, 2002)

Chao *et al.* (2000) ont expliqués quel 'addition de groupements alkyls au noyau benzène du phénol augmente le caractère antifongique. Par conséquent, un certain degré d'hydrophobicité des composés phénolique ou aldéhydes aromatiques paraît donc requis pour exprimer une caractéristique antifongique optimale. L'activité des terpènes des huiles essentielles est en corrélation avec leur fonction chimique. Avec leurs travaux ils ont montré l'importance de la spécification du genre et de l'espèce, ainsi que de la variété de la plante d'où provient l'extrait.

9. Méthode d'extraction des huiles essentielles

Les essences ou huiles essentielles sont ce que les plantes produisent de plus précieux

Depuis les temps les plus reculés les hommes se sont ingénies à trouver des techniques d'extraction des essences des plantes afin de pouvoir les utiliser pour en faire des médicaments des cosmétiques des parfums (padrini ; lucheroni, 1996).

Le choix du type d'extraction doit permet de :

- Retirer les végétaux des essences aromatiques avec le rendement le plus élevé.
- conserver aussi intact que possible des parfums les plus délicats (**Khelfane ; Yousfi, 1978**).

9.1. Distillation :

La distillation convient aux huiles ayant une forte composantes volatile et elle se fonde sur la caractéristique que possèdent des composantes qui peuvent être facilement transportées par des particules de vapeur d'eau en mouvement (**padrinid ; Lucheroni ,1996**).

La plupart des huiles essentielles sont obtenues par distillation à l'exception des huiles d'hespéridés (citron, orange, etc.) et l'huile de cade (**Belaiche, 1979**).

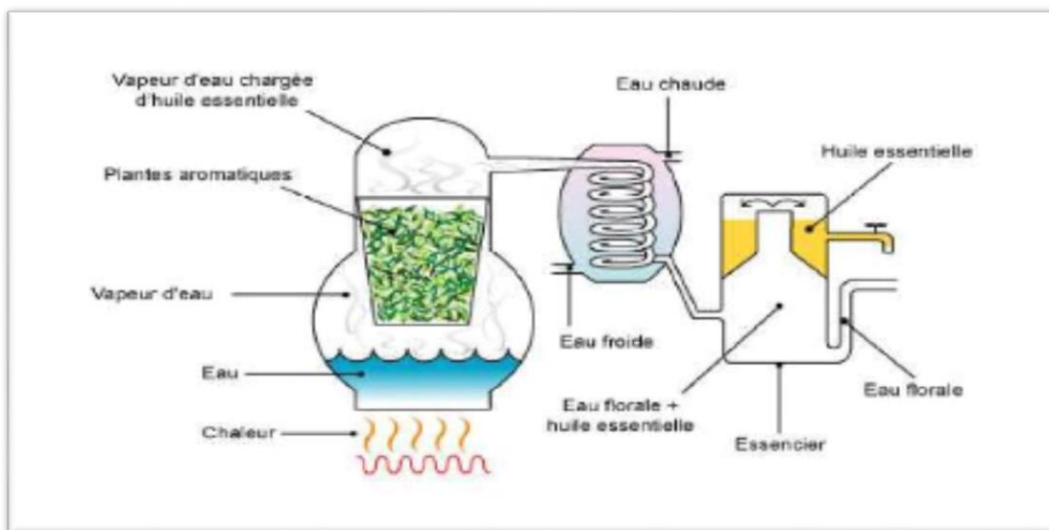


Figure 08 : Méthode d'hydrodistillation (Benallou et al ,2018).

9.2. L'hydrodistillation :

Cette méthode consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé « turbodistillation ») dans un alambic rempli d'eau distillée qui est ensuite portée à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (Bruneton ,1999)

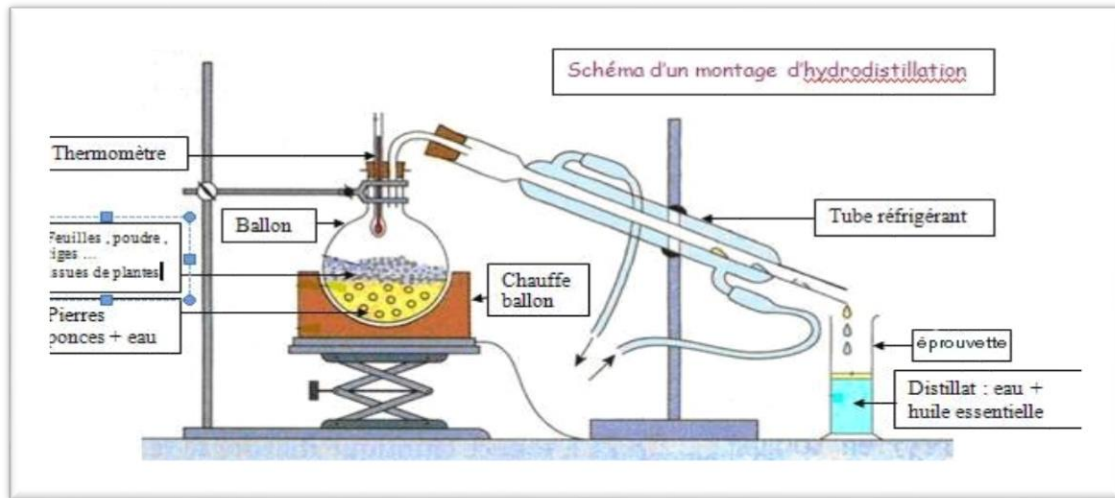


Figure 9: extraction des HES par distillation à la vapeur d'eau (Benallou et al ,2018).

9.3. Entraînement à la vapeur d'eau :

Le matériel végétal, dans ce cas se trouve supporté par une grille ou une plaque perforée placée à une distance adéquate du fond de l'alambic, la partie inférieure de celui-ci est remplie d'eau. Le niveau de cette dernière doit permettre d'éviter tout contact entre l'eau et la plante (Benjilali, 2004)

9.4. Expression à froid :

L'expression à froid est réservée à l'extraction des composés volatils dans les péricarpes. Il agit d'un traitement mécanique qui consiste à déchirer les péricarpes riches en cellules sécrétrices. (Basil et al., 1998)

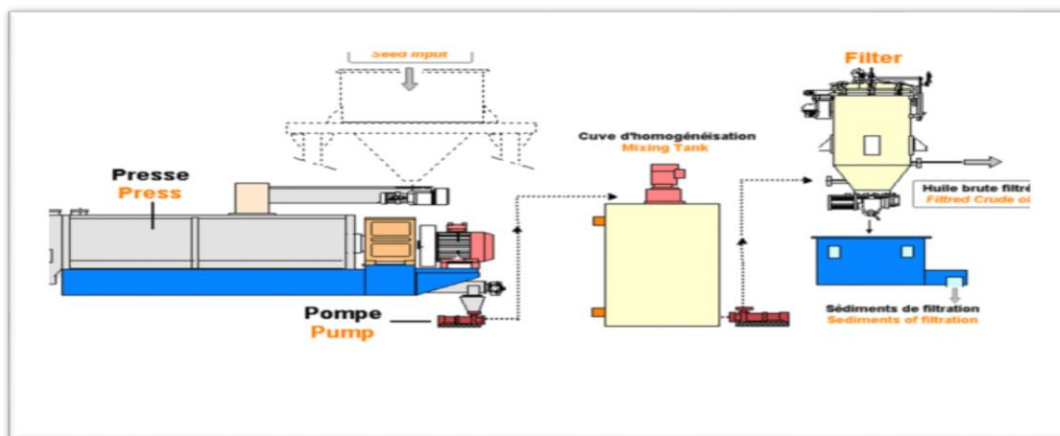


Figure10: extraction des HES par Expression à froid (Basil et al ; 1998).

9.5. Extraction par solvants organiques

L'extraction par solvant organique volatil reste la méthode la plus pratiquée. Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol moins fréquemment le dichlorométhane et l'acétone. (Legrand, 1993 ; Dapkevicius et al., 1998 ; Kim et Lee, 2002)

En fonction de la technique et du solvant utilisé, on obtient (AFNOR, 2000) :

Des hydrolysats : extraction par solvant en présence d'eau

Des alcoolats : extraction avec de l'éthanol dilué traitées par l'éthanol ou des mélanges éthanol/eau.

De résinoïdes ou extraits éthanoliques concentrés L'emploi restrictif de l'extraction par solvants organiques volatils se justifie par son coût, les problèmes de sécurité et de toxicité, ainsi que la réglementation liée à la protection de l'environnement. (Rivera, 2006)

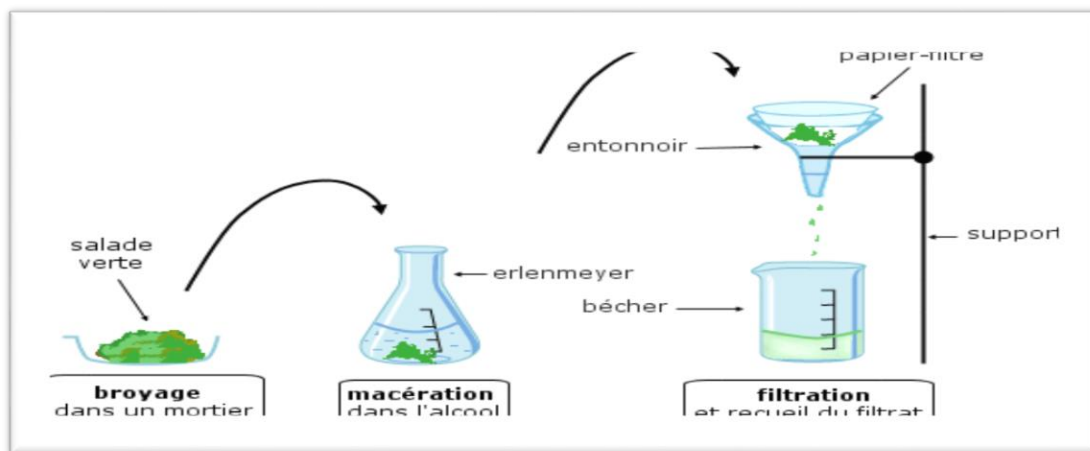


Figure 11: extraction des Extraction par solvants organiques (Rivera, 2006)

9.6. Extraction par fluide à l'état supercritique

L'extraction par gaz liquéfié ou par fluide à l'état supercritique met en œuvre généralement le dioxyde de carbone. (Agnelet *al.* 2004)

D'autres travaux de recherche de Luque de Castro et Jiménez (1998) ; Gámiz- Gracia et Luque de Castro (2000) ; Ozelet *al.* (2003) ; Deng *et al.* (2005) montrent l'utilisation de l'eau dans son état supercritique. Dans ce système, le solvant est utilisé en boucle par interposition d'échangeurs de chaleur, d'un compresseur et d'un détendeur afin de porter le solvant à l'état désiré à chaque stade du processus. La séparation de l'extrait a lieu en phase gazeuse par simple détente.

L'avantage de cette méthode est la possibilité d'éliminer et de recycler le solvant par simple compression détente. De plus, les températures d'extraction sont basses dans le cas de dioxyde de carbone et non agressives pour les constituants les plus fragiles. A ces différents avantages s'ajoutent ceux de l'innocuité, d'inertie et d'inflammabilité de CO₂. (Rivera, 2006)

Le frein du développement de cette technologie est le coût élevé des appareillages lié à l'application de pressions de plusieurs centaines de bars. (Rivera, 2006)

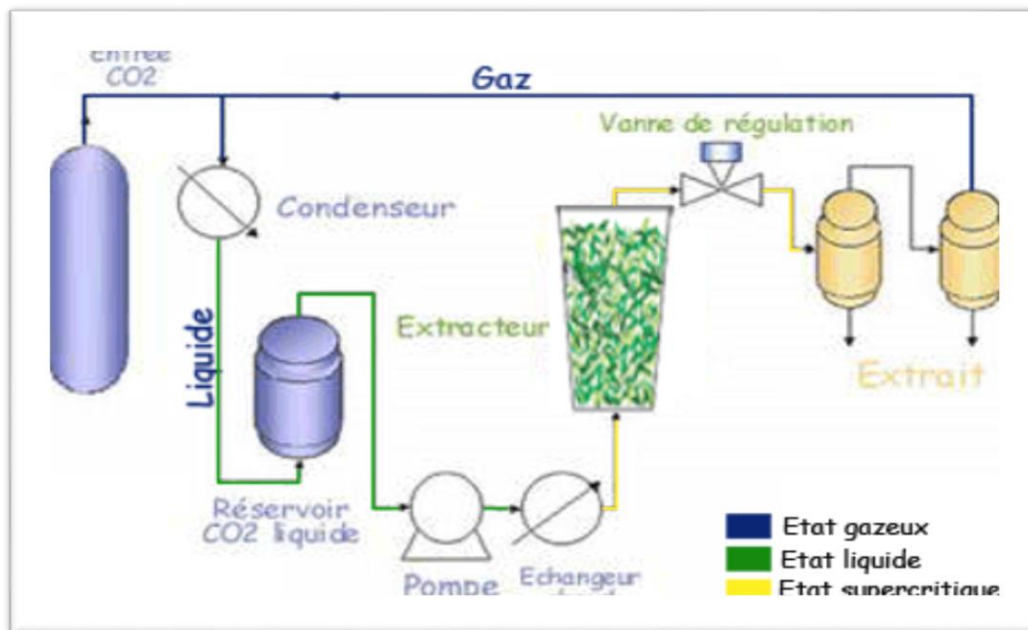


Figure 12: Extraction par fluide à l'état supercritique (Rivera 2006)

10. Conservation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances très délicates, et s'altèrent facilement, ce qui rend leur conservation difficile, les risques de dégradation sont multiples : photo isomérisation, photocyclisation, coupure oxydative de propénylphénols, peroxydation des carbures et décomposition en cétones et alcools (limonène) (**Bruneton1999**)

Ces dégradations peuvent modifier leurs propriétés si elles ne sont pas enfermées dans des flacons propres et secs en aluminium, en acier inoxydable ou en verre teinté, à l'abri de la lumière et de la chaleur (**Bruneton, valnet ,2000**)

11. Domaines utilisation des HES**11.1. En pharmacie :**

L'importance des plantes aromatique est indiscutable .leur contenu en essence et l a nature chimique des constituants de celle-ci leur confèrent de grandes perspectives d'application .ces substances sont d'un grand intérêt pour le domaine médical et pharmaceutique (**Vanlnet ,1984**)

11.2. En cosmétologie :

L'industrie des cosmétiques et le secteur des produits d'hygiène sont également des consommateurs, même si le cout souvent élevé des produits naturels conduit parfois à privilégier, pour les formulations des grandes diffusions, les produits synthétiques. (**Bruneton1999**)

Puisque la majorité des cosmétiques contiennent une certaine quantité d'huile essentielle comme élément parfumant, il serait probable que ces essences servent aussi à préserver ces cosmétiques tout en leur assurant une odeur agréable. (**Beylier-Maurel, 1976 ; Deboucheberg et al, 1976 ; Pellecier et al., 1976**)

11.3. En agroalimentaires :

L'activité antimicrobienne des extraits de plantes utilisées dans l'assaisonnement des aliments a été reconnue depuis longtemps, ces pour cela, que l'on pense de plus en plus à les utiliser dans la conservation des denrées alimentaires, sans pour autant en dénaturer de gout ces aromates entrent dans la composition des préparations alimentaires. C'est ainsi que l'on trouve le laurier dans certaines conserve et dans le miso qui est un met japonais traditionnel. (**Kurita et Koike ,1982**)

***Chapitre III Matériel et
Méthodes***

1. Matériel

1.1. Matériel biologique

Ce travail devrait être au laboratoire de Microbiologie générale à la faculté de Science de la nature et de la vie, au laboratoire de Microbiologie appliqué, Université Djillali Liabés de Sidi Bel Abbès

1.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal (feuilles) de *lavandula officinalis* provient de la région de France, la récolte intervient lors de la floraison de fin de juin à fin août, les fleurs récoltées sont nettoyées puis séchées à l'abri de lumière et à température ambiante pendant 10 jours.

1.1.2. Souche bactériennes testées

Les souches de bactéries qui devraient être testées pour déterminer l'activité antibactérienne d'HE de *lavandula officinalis* sont les suivantes :

Bactérie à Gram (-) : *Escherichia coli* ATCC25922

Bactérie à Gram (+) : *Staphylococcus aureus* ATCC25923.

1.2 Matériel non biologique

Des antibiotiques ont été utilisés comme référence (témoin positif) les équipements, la verrerie et les milieux de culture utilisés sont mentionnés dans l'Annexe 2.

2. Méthode

2.1. Extraction de l'huile essentielle

Le matériel végétal séché et soumis à une hydrodistillation au moyen d'un dispositif d'extraction type Clevenger.

Mode opératoire

1. préparation de matériel et l'hydrodistillation

L'opération consiste (100g) des fleurs de *Lavandula officinalis* séchées dans un grand ballon en verre pyrex, on y ajoute une quantité suffisante de l'eau distillée. Sans pour autant remplir le ballon pour éviter les débordements de l'ébullition. L'ensemble est porté à ébullition à l'aide d'un chauffe ballon, après l'apparition de la première goutte de distillat à la sortie du tube de condensation de la vapeur, l'huile essentielle est alors entraînée par la vapeur d'eau. Elle est ensuite condensée en passant par un condensateur, fixé par un support approprié en position verticale pour faciliter l'écoulement du distillat. Le temps de cette extraction est d'environ trois heures.

La distillation obtenue est récupérée dans une ampoule à décanter. Le mélange est laissé au repos quelques minutes, ce qui résulte l'apparition de deux phases, l'une est organique (huile essentielle) et l'autre est aqueuse. En fin, le distillat est recueilli dans un tube à essai et l'huile

essentielle des fleurs de *Lavandula officinalis* sera par la suite récupérée dans un flacon approprié.

2. 2.Calcul du rendement de l'huile essentielle

Le rendement en HEs est défini comme étant le rapport entre la masse des HEs obtenu après l'extraction et la masse de matière végétale utilisé (AFNOR, 2000) le rendement (Rdt) est exprimé en pourcentage et il est donné par la formule suivante (Selvakumar et al ,2012).

$$\text{Rdt}_{\text{HE}} = \frac{M_{\text{HEs}}}{M_{\text{Vg}}} \times 100$$

Rdt_{HE}: Rendement de l'extraction d'HE en pourcentage (%)

M_{HE}: Masse de l'HE récupérée en gramme (g)

M_{Vg}: Masse d'essai de la matière végétale sèche utilisée en gramme (g)

Dans notre étude, nous avons utilisé l'huile essentielle de lavande importée de France



Figure13 :l'huile essentielle de lavande

2.3. Activité antibactérienne

La technique utilisée est celle de la diffusion sur disque en milieu gélosé ou encore méthodes des disques (DAYAL et purohit ,1971) c'est une méthode d'évaluation qualitative in vitro du pouvoir antibactérienne des HEs.

a. principe de la méthode

Le principe de cette méthode est toujours la migration de l'HEs par diffusion dans la gélose cette technique inspiré de celle des antibiogrammes est généralisée aux HEs (Tharib et al, 1983).

Pour obtenir des résultats fiables il faut travailler dans les conditions standardisées car plusieurs facteurs peuvent influencer les résultats la densité de l'inoculum la température le temps d'incubation la concertation du produit à tester la composition du milieu de culture ainsi que l'épaisseur de la gélose (Guerin-fauble et Carret ,1999).

b. Mode opératoire

La méthode de diffusion sur disques en milieu gélosé est utilisée pour la détermination de l'activité antibactérienne des HEs selon la méthode décrite par **Gulluce et al. (2007)**.

▪ Préparation de l'inoculum

Les espèces cibles (souches bactériennes choisies) ont été revivifiées et repiquées dans la gélose nutritive puis incubées à des températures optimales de développement (37 °c) Pendant 18 heures pour l'obtention d'une culture jeune par la suite des suspension troubles de ces souches seront réalisées en prélèvent 3 à 5 colonies bien isolées et identiques on les dépose dans 5 ml d'eau physiologique stérile puis on agite au vortex les concentrations bactériennes de l'inoculum sont évaluées par turbidité et sont exprimées par la mesure de la densité optique (DO à 600 nm) sur un spectrophotomètre une DO de 0.08 à 0.1 correspond à une concentration de 10^8 UFC/ml (units formig coloy/ml) (**Sarac et Ugur, 2007 ; Athamena et al ; 2010 ; Karatas et Ertekin, 2010**).

▪ Ensemencement

Dans des boîtes de pétri le milieu de culture gélosé MH en surfusion est coulé aseptiquement A raison de 15 ml par boîte Après la solidification un écouvillon stérile imbibé avec la suspension bactérienne fraîchement préparée est étalé à la surface de la gélose à trois reprises en tournant la boîte à environ. 60° après chaque application sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui même et finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérique de la gélose dans le but d'avoir une distribution égale de l'inoculum on laisse sécher les boîtes pendant 15 à 20 min

▪ Préparation des différentes concentrations d'HE**1) préparation de la solution mère de tween 80**

Il s'agit de préparer une solution mère de tween 80 pur pour réaliser les différentes dilutions d'HE.

La technique préconisée est de diluer 2.5ml de tween 80 pur dans 90ml d'eau distillée, cette solution sera stérilisée à 120C° pendant 15 minutes.

2) préparation des différentes dilutions

Dans un volume 9ml de cette solution, nous ajoutons aseptiquement 1ml d'HE, puis après avoir agité au vortex le contenu, afin d'obtenir une solution bien homogénéisée, nous réalisons les dilutions successivement allant de 1/10 à 1/50 en passant par 1/25.

- **Test de sensibilité aux huiles essentielles : Aromatogramme**

A l'aide d'une pince stérile les disques de papier filtre stérilisés de 6 mm de diamètre (Whatman n°1) stérile sont déposés à la surface de la géloseensemencée à raison de trois disques par boîte chaque disque est ensuite imprégné d'une quantité de 10 µl de l'HEs de différentes concentrations.

Les disques de papier filtre stérilisés de 6 mm de diamètre (Whatman n°1) imprégnés de 10 µl de DMSO sont déposés à la surface de la gélose à l'aide d'une pince bactériologique stérile le DMSO est utilisé comme contrôle négatif.

- **Incubation**

Toutes les boîtes de pétri sont scellées avec du parafilm stérile pour éviter l'évaporation éventuelle de l'HEs elles sont maintenues à 4 °C pendant 2 heures puis incubées à 37 °C pendant 24 heures.

- **Lecture des résultats**

Les résultats des aromatogrammes sont exprimés exclusivement à partir de la mesure du diamètre des halos d'inhibition en millimètre.

- $D < 8\text{mm}$: souche résistante (-)
- $9\text{mm} \leq D \leq 14\text{mm}$: souche sensible (+)
- $15\text{mm} \leq D \leq 19\text{mm}$: souche très sensible (++)
- $D > 20\text{mm}$: souche extrêmement sensible (+++)

Chapitre IV

Résultats et discussions

1. Activité antibactérienne

L'étude *in vitro* du pouvoir antibactérien des HEs de *lavandula officinalis* est expérimentée et évaluée en premier qualitativement par la méthode de diffusion sur un milieu gélosé solide MH.

L'activité antibactériennes des HEs vis-à-vis les deux germes pathogènes testées ou *S.aureus* (Gram⁺), *E. coli* (Gram⁻), est estimée en termes de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques contenant les HEs de *lavandula officinalis*. ce diamètre entourant les disques est alors mesuré. Chaque zone est claire, montre la destruction des germes pathogènes et donne une indication précise de l'activité antibactérienne des HEs utilisées.

Après 24h d'incubation à une température adéquate de 37C°, le diamètre de la zone d'inhibition diffère d'une bactérie à une autre (**tableau 2**).

Tableau 03 : Activité antibactérienne de l'huile essentielle de *lavandula officinalis*

Souches		Diamètre de zone d'inhibition			
		HE	HE'	HE''	HE'''
Gram ⁺	<i>S.aureus</i>	19mm	20mm	15mm	8mm
Gram ⁻	<i>E.coli</i>	11mm	9mm	7mm	6mm

HE : huile essentielle pure ; **HE'** : **HE** diluée à 1/10 ; **HE''** : **HE** diluée à 1/25; **HE'''** : **HE** diluée à 1/50.

Les résultats des chromatogrammes de nos HE montrent que les souches bactériennes étudiées apparaissent sensibles. *Staphylococcus aureus* est la souche la plus sensible avec une zone d'inhibition de 20mm à la dilution 1/10 et que ne résiste qu'à partir de la dilution 1/50.

La souche *Escherichia coli* présente une sensibilité moyenne avec une zone d'inhibition de 9mm à la dilution 1/10.

Afin de tester l'effet du DMSO sur les souches bactériennes, une culture témoin a été réalisée les résultats auxquels nous avons abouties font apparaître que le DMSO n'a aucune activité antibactérienne dont les zones d'inhibition sont totalement absentes.

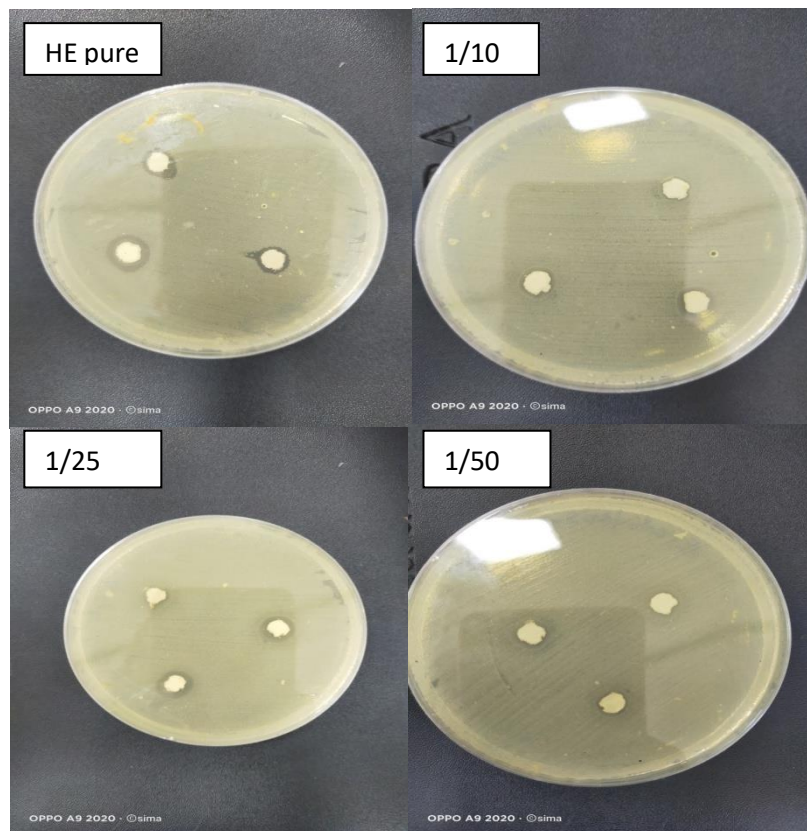


Figure14 : résultats de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *lavandula officinalis* sur *E.coli*



Figure15 : résultats de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* sur *Staphylococcus aureus*.

Discussion

Les résultats expérimentaux présentés dans le tableau montrent que l'huile essentielle de *lavandula officinalis* extraite présente une activité antibactérienne importante. De ce fait les résultats obtenus montrent la sensibilité des *Staphylococcus aureus* à l'huile essentielle par rapport à *Escherichia coli*.

Staphylococcus aureus a montré une forte sensibilité vis-à-vis des huiles essentielles de *lavandula officinalis* avec des zones d'inhibition allant de 8mm à 20mm de diamètre.

Escherichia coli montre une activité moyenne avec des zones d'inhibition allant de 7mm à 11mm de diamètre.

Plusieurs travaux (Xianfei et al. 2007 ; Sandri et al .,2007 ; Zarai et al ., 2011 ;Al-Bayati,2008)ont rapporté que les bactéries Gram+ sont plus susceptibles aux huiles essentielles que les bactéries Gram- attribuée à la présence d'une membrane externe, imperméable aux composés hydrophobes de grâce à son revêtement lipopoly saccharide.

L'absence de cette barrière chez les bactéries Gram (+) permet de le contact direct des constituants hydrophobes de l'huile essentielle avec la bicouche phospholipidique de la membrane cellulaire ,provoquant ainsi soit ,une augmentation de la perméabilité des ions et la fuite des constituants intracellulaires vitaux soit une déficience au niveau du système enzymatique (Sandri et al .,2007 ;Zarai et al . ;2011 Al-Bayati ,2008 ;Randrianarivelo et al.,2009).

Nos résultats sont en accord avec ceux de Chahboun et al. (2015) et jianu et al (2013).qui ont observé une sensibilité importante chez *Staphylococcus aureus* vis-à-vis l'huile essentielle de la lavande.

CONCLUSION
GENERALE

Conclusion générale

Conclusion générale

La lavande, plante ancestrale, est utilisée depuis toujours pour ses qualités désinfectantes et désodorisantes, pour éloigner les insectes, conserver et parfumer le linge. Mais c'est surtout avec le développement de la parfumerie et donc de l'utilisation de son huile essentielle, qu'elle a vu son essor. Aujourd'hui, de nombreux aromathérapeutes la conseillent beaucoup leur patients.

Cette plante, comme toute les lamiacée, synthétise une essence dans ses tissus qui sera l'origine de l'huile essentielle. En France, elle pousse en haute-Provence et est bien adaptée aux conditions climatiques difficiles de cette région .Sa culture demande peu d'efforts, c'est une plante peu exigeante.

Dans le présent travail, on a tenté de contribuer à la valorisation d'une plante aromatique *lavandula officinalis* utilisée en médecine traditionnelle pour son vertu thérapeutique.

Cette étude nous a permis en premier lieu de maîtriser des technique de base pour l'extraction d'huile essentielle des feuilles de *lavandula officinalis* soumise a l'extraction par la méthode d'hydrodistillation sur un appareil appelé le Clevenger.

L'étude du pouvoir antibactérien des l'huile essentielle de la plante par méthode de diffusion a partir d'un disque solide, démontre que ces huiles ont un pouvoir inhibiteur contre les bactéries pathogène Gram⁺ et Gram⁻ et pourrait être de ce fait une alternative aux antibiotique

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUES

Référence bibliographiques

AFNOR, 2000), Huiles essentielles, Monographies relatives aux huiles essentielles, Tome 2, 6^{ème} édition, AFNOR, Paris.

Aghel N., Yamini Y., Hadjiakhoondi A. & Mahdi Pourmortasavi S., 2004, Supercritical carbon dioxide extraction of *Mentha pulegium* L. essential oil. *Talanta*, p. 407-411.

Al-Bayati A.F (2008) Synergistic antibacterial activity between *Thymus vulgaris* and *pimpinellaanisum* essential oils and methanol Extracts, *Ethnopharmaceutiques utilisés pour éradiquer les infections dermiques*.

Anonyme, 2009 ; Lavander production, Essential oil crops, Production guidelines for lavender, Département of agriculture, forestry and fisheries, Republic of South Africa

Basil et al. 1998), Basil A, Jimenez-carmonna M.M. & Clifford A.A., 1998, Extraction of rosemary by superheated water. *Journal of food Chemistry*, p:5205-5209.

Belaiche P., 1979, L'aromatogramme, *Traité de phytothérapie et d'aromathérapie*, M.S.A.Editeur, Paris, Tome 1, p : 204

Besombes C., 2008. Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermomécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées. Thèse Doctorat. Université de La Rochelle.p :41-45.

Bouzouita N., Kachouri F., Ben Halima M., Chaabouni MM., 2008, Composition chimique et activité antioxydant, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*, *Société Chimique de Tunisie*, p. 119 - 125.

Bruneton J., 1993, *Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales*, Tec & Doc, Lavoisier, Paris, p: 915.

Bruneton J., 2009, *Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales*, 4^e Ed, Lavoisier, Paris, p.1269.

Cananga diagnosis and epidemiology of fungal infections, p: 249-257.

Carette A.S., 2000, La lavande et son huile essentielle, Thèse de doctorat, Université de Toulouse. p : 100

Carson, C. F., Mee, B. J., & Riley, T. V. (2002). Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage, and salt tolerance assays and electron microscopy. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 46(6), 1914-1920

Couplan F., 2012, Lettre d'information n°12, Rencontre avec la lavande.

- Cowan M-M, 1999**, Plant Products As Antimicrobial Agents, *Clinical Microbiology Reviews*. 12 (4), p. 564-582.
- Cox S.D., Mann C.M., Markham J.L., Bell H.C., Gustafson J.F., Warmington J.R. et Wyllie S.G., 2000**, The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Malaleuca alternifolia* (tea tree oil), *Journal of Applied Microbiology*, p:170-175.
- Davidson P.M., 1997**, Methods for testing the efficacy of Food antimicrobial, *Food Technology*, p:148-155.
- Dayal B et purohit R.M. 1971** : screening of some Indian essential oils for their antifungal activity *flavourind .de* :484-352.
- Deroin T., 1988**, Biologie florale d'une Annonacée introduite en Côte D'Ivoire :
- Dorman H. J. D. et Deans S. G., 2000**, Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils, p: 308-316.
- Dupont F, Guignard JL et Botanique, 2007**, systématique moléculaire, Issy-les- Moulineaux: Masson, p:285.
- Fantino N.S, 1990**, Etude du polymorphisme au d'une population de lavande (*Lavandula angustifolia* Mill.)- Détermination de critères précoces de sélection, Thèse de doctorat. Université de La Rochelle, p: 41-45.
- Festy D. et Dupin C., 2012**, La lavande, c'est malin : Huile essentielle, fraîche ou séchée, découvrez les incroyables vertus de cette fleur, pour la beauté, la santé, la maison,..., Ed. Leduc's.
- Gámiz-Gracia L. et Luque de Castro M.D., 2000**, Continuous subcritical water extraction of medicinal plant essential oil: comparaison with conventional techniques, *Talanta*, p:1179-1185
- Garnéro J., 1991**, Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur analyse et leur normalisation, Ed. Encyclopédie des médecines naturelles, Paris, France, p. 2-20.
- Gilly Gilles, 1997**, Les plantes à parfum et huiles essentielles à Grasse, Edition Harmattan
- Guerin-fauble et Carret ,1999**.l'antibiogramme principes méthodologies intérêts et limites journées nationales GTV-INRA, Nantes France.pp5-12.
- Gulluce M., sahin F., Sokmen M., Ozer H., DAferera D., Sokmen A., polission M., Adiguzel A.Ozkan H.2007** : Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oils and methanol extract from *Mentha longifolia* L ssp.*longifolia*.*Food Chem*.103 :1449-1456.
- Huang H. S., Chang L. H., Jong T. T., Nien Y. F. & Chang C. M. J., 1995**, Supercritical carbon dioxide extraction of turmeric oil from *Curcuma longa* Linn., and purification of turmerones. *Separation and Purification Technology*. 47, p:119-125
- Iseran et al 1996**. Encyclopedie des plantes medicinales. Paris-France: Larousse-Bordas, 14
- Karatas H et Ertekin, 2010** : Antimicrobial activities of the essential oils of four *Salvia* species from Turkey.*Journal of Medicinal Plants Research*, 4(12), pp.1238-124

- Kothe H.W., 2007**, 1000 plantes aromatiques et médicinales, Terres Editions.
- Lahlou M., 2004**, Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils, *Phytotherapy Research*, p. 435-448.
- Legrand G. 1993**, Manuel de préparateur en Pharmacie, Masson, Paris.
- Lis-Balchin M., 2002**, Lavender: the genus *Lavandula*, Taylor and Francis, London, p. 37, 40.
- Luque de Castro M.D. et Jiménez-Carmona M.M., 1998**, Conventional techniques for the isolation of valuable essential oils, *Trends Anal. Chem.*, p. 441.
- Madhavi D. L., Deshpande S. S. et Salunkhe D. K., 1996**, Food Antioxidants, Technological, Toxicological, and Health Perspectives, Marcel Dekker, Inc. New York, p. 65.
- Maffei & Sacco, 1997**, Perfumer and flavorist, *Flavour and Fragrance Journal*.13, p.61.
- Mann J., 1987**, Secondary metabolism, Clarendon Press, Oxford, p. 374.
- Mautrait C. et Raoult R., 2009.**, *la préparation : mode d'emploi (officine, sous-traitance et BP)*, 2^{ème} édition, Porphyre France, p. 468.
- Ouamba J.M., 1991**, Valorisation chimique des plantes aromatiques du Congo, Extraction et analyse des huiles essentielles Oximation des aldéhydes naturels, Mémoire de magister. Université Montpellier II, p. 342.
- Ozel M.Z., Gogus F. et Lewis A.C., 2003**, Subcritical water extraction of essential oils from *Thymbra spicata*, *Food Chemistry* 82, p. 381-386.
- Padrini Padrini F. et Lucheroni M.T., 1997**, La nature des huiles essentielles, Ed. Dexecchi.
- Palikan W., 2002**, L'homme et les plantes médicinales, Tome 1, Ed. Triades.
- Perfumer et Flavorist, 2009**, A preliminary report on the world production of some selected essential oils and countries, Vol. 34, In **Baser K.H.C. and Buchbauer G., 2010**, Handbook of essential oils: science, technology, and applications, Ed. Taylor and Francis Group, LLC. United States of America, p. 994.
- Petitjean A., 1974**, Thèse de doctorat d'Etat, Montpellier, p.118.
- Philippe Jean-Marie, 1993**, Le guide de l'apiculture, La Calade: Edisud
- Pierangeli, G., Vital, G. and Windell, R., 2009**, Antimicrobial activity and cytotoxicity of *Chromolaena odorata* (L. f.) King and Robinson and *Uncaria perrottetii* (A. Rich) Merr. Extracts. *J. Medicinal Plants RES.* 3(7), p. 511-518
- Randrianarivelo R, Sarter S Odoux E., Brat P., Lebrun M Romestand B Menut C and Andrianoelisoa H.S Raherimandimpy M and Danthu P (2009)**.composition and antimicrobial activity of essential oils of *Cinnamosma fragrans*, *food Chemistry*, vol.114, 680-684.

Rashid ch. A., Qureshi M.Z., Raza S.A., William J. et Arshad M., 2010, Quantitative determination of antioxidant potential of *Artemisia persica*, *Analele Universităţii din Bucureşti –Chimie (serie nouă)*, vol. 19 No1, p. 23-30.

Saadatian M., Aghaei M., Sarahpour M. et Balouchi Z., 2013, *Global Journal of Medicinal Plant Research*, 1(2) “Chemical composition of lavender (*Lavandula officinalis* L.) Extraction extracted by two solvent concentrations”, p. 214-217.

Sarac et Ugur, 2007 :Antimicrobial activities and usage in folkloric medicine of some Lamiaceae species growing in Mugla,Turkey.*EurAsian journal of BioSciences* 4 ,pp.28-37.

Schauenberg P. et Paris F., 2010, *Guide des plantes médicinales : Analyse, description et utilisation de 400 plantes*, Ed. Delachaux et Niestlé, p.396.

Schauenberg P., Ferdinand P., 2006, *Guide des plantes médicinales*, Ed : Detachaux et Niestlé, p.8

Selvakumar P Edhaya NAveena B et prakash D.S.2012 :Studies on the antidandruff activity of the essential oil of *coleus amboinicus* and *eucalyptus globules* *asian pacific journal of tropical biomedicine* s 715-s 719.

Small E. et Deutsch G., 2001, *Herbes culinaires pour nos jardins de pays froid*, Ed. CNRC.

Souza E.L., Guerr N.B., Stamford T.L.M. and Lima E.O., 2006b, Spices: alternative sources of antimicrobial compounds to use in food conservation. *Rev. Bras. Farm.*, p. 22- 25.

Svoboda K.P. et HampsonJ.B., 1999, Bioavtivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxydants, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. Plant biology department, sac auchincruive, Ayr, Scotland, U.K., KA65HW

Tharib SM ; Gnan S.O ,1983 Antimicrobial activity of compounds from *Artemisia campestris*.*J.food.prot.*46 :681-685

Utree A., Slump R.A, Steging G. et Smid E.J., 2002, Antimicrobial activity of carvacrol on rice, *Journal of food protection.*63, p. 620-624.

Verzele L., Moudachirou S. et Ramanoelina G., 1988, Perfumer and flavorist, flavour and fragrance journal.13, p.61-67.

Vialard N., 2008, *Remèdes et recettes à la lavande*, Ed. Rustica.

Vokou D., Kokkini S. et Bressiere J.M., 1988, *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece Distribution, volatile oil yield, and composition, *Economy botanic.* 42, p. 407-412.

Wendakoon C. N. et Sakaguchi M., 1995, Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active components in spices, *Journal of Food Protection* 58, p. 280-283.

Wichtl M. et Anton R., 1999, Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinales, sciences et thérapeutique, Ed. Tec et Doc.

Wilson M. et Girard G., 2007, Fleurs comestibles du jardin à la table, Ed. Fides.

Zarai Z, Kadri A. Ben Chobba I., Ben Mansour R., Bekir A., Medjoub A and Gharsallah N (2011). The in-vitro evaluation of antibacterial. Antifungal and cytotoxic properties of Marrubium vulgare L.essential oil grown in Tunisia,Lipids in Health and disease,vol.10,p161.

ANNEX

Annexe1

Les souches bactériennes utilisées et leurs pathologies affections :

❖ Bactéries :

Les bactéries sont des êtres vivants qui appartiennent à un groupe ce sont des organismes cellulaires simples appelés procaryote qui ne contiennent pas de noyaux et qui sont d'habitude trouvés en très grand nombre parce qu'ils peuvent se multiplier rapidement il y a beaucoup de types de bactéries qui sont toutes séparées dans différents groupes chaque groupe ayant des propriétés uniques

Une caractéristique importante des bactéries est la paroi cellulaire. Les bactéries peuvent être divisées en deux groupes (Gram négatif et Gram positif). Basé sur la différence de la structure et de la composition chimique de la paroi cellulaire mise en évidence grâce à la coloration de Gram.

1. Bactérie à gram- :

Il n'y a qu'une seule ou au plus deux couches de peptidoglycane qui ne représente que 5 à 20 % des constituants de la paroi bactérienne. Mais 3 polymères situés en dehors du peptidoglycane viennent compléter la paroi : des lipoprotéines, une « membrane externe » qui contient du lipopolysaccharide.

Les lipoprotéines sont le lien entre le peptidoglycane et la « membrane externe » : le composant protéine est un polymère de 15 acides aminés qui forme une liaison peptidique avec le tétrapeptide des chaînes latérales du peptidoglycane : le composant lipide est relié à la « membrane externe ».

La membrane externe est constituée d'une double couche de phospholipides dans laquelle tout ou partie des phospholipides de la couche la plus externe sont remplacés par des molécules de lipopolysaccharide au sein de cette « membrane externe » qui est une mosaïque fluide, se trouvent associés au moins deux types de protéines spécifiques : certaines sont dites protéines de structure car elles consolident la membrane externe.

D'autres appelées « porines » permettent le passage des petites molécules hydrophiles et en particulier sur le plan médical, des antibiotiques (-lactamines, tétracyclines, quinolones...).

- ***Escherichia coli*** :

Escherichia coli est un bacille gram négatif de la famille des Enterobacteriaceae. sa taille varie en fonction des conditions de croissance pesant de 0.5 à 5 pictogrammes, les bactéries en croissance rapide étant plus allongées et donc plus grandes que les bactéries quiescentes.

Escherichia coli (E.coli) est une bactérie que l'on trouve couramment dans le tube digestif de l'être humain et des animaux à sang chaud elle peut aussi provoquer des diarrhées par les mécanismes divers ainsi que diverses infections communautaires ou nosocomiales.

Certaines en revanche comme E.coli entérohémorragique (ECEH), peuvent provoquer de graves maladies d'origine alimentaire la transmission à l'homme passe principalement par la consommation d'aliments contaminés comme de la viande hachée crue ou mal cuite du lait cru des légumes crus et des graines germées contaminés.

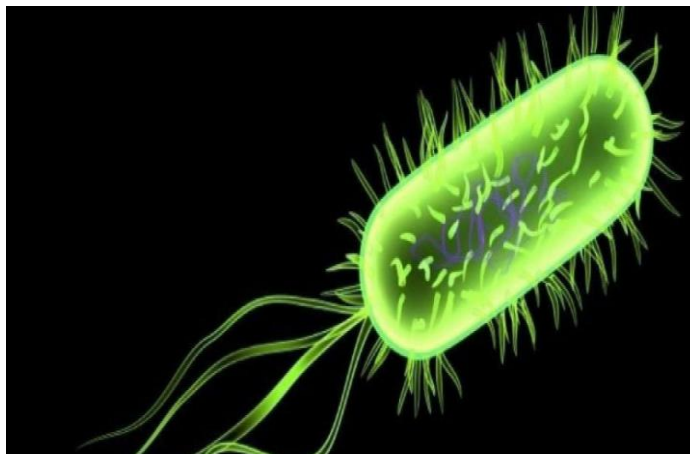


Figure1 : *Escherichia coli*

2. Bactéries à gram +

Il de nombreuses couches de peptidolycane qui représentent jusqu'à 90 des consituant de la paroi bactérienne .celle -ci contient aussi un feutrage (10 à 50% du poids sec de la paroi) d'acides teichoïques (polymères du glycérol ou du ribitol phosphante).

Associés étroitement au peptidoglycane et faisant parfoi saillie à la surface de la bactérie.

Certains.les acides lipoteichoïques sont placées transersalement Et s'enfoncement jusqu'à la membrane cytoplasmique en général il n'ya pas ou peu de protéines dans la paroi des bactéries à Gram positif. Parmi les exceptions notons la protéine A de *Staphylococcus aureus*.

- ***Staphylococcus aureus*** :

Staphylocoque doré (*Staphylococcus aureus*) est l'espèce la plus pathogène du germe *Staphylococcus*. Elle est responsable d'intoxications alimentaires, d'infection localisées suppurées et dans certains cas extrêmes, de septicémies physique (greffe, prothèse, cardiaque). *S. aureus* se présente comme une coque en amas (grappe de raisin), Gram positif et catalase positif. Sa teneur en caroténoïdes lui confère une couleur dorée à l'origine de son nom. Les staphylocoques sont des cocci à Gram positif classiquement disposés en amas.



Figure2 : *Staphylococcus aureus*

Annex 2

Tableau : Appareillage, verrerie et consommable, milieux de culture

Appareillage	Verrerie et consommable	Solution	Milieux de culture
-Autoclave	-Anse de platine.	-Tween80	-Miller Hinton(MH).
-Balance de précision	-Becher.	-Eau distillée	-Bouillon nutritive.
-Bec bensen	-Boites de pétri stériles -de	-Eau	-Gélose.
-Etuve	90mm de diamètre.	physiologique.	Nutritive(GN).
-Hydrodistillateur type clevenger	-disques d'aromatogramme		
-Bain marie	Whatman n°1,6mm.		
-Incubateur bactériologique	-Ecouillons stériles.		
-Spectrophotomètre	- Pinces		
-Vortex	-Pipettes graduées stériles. -pipettes pasteurs. -Tubes a essai.		

Annexe 3

Milieu de culture utilisée

Gélose de Mueller-Hinton :

C'est un milieu destiné à la réalisation d'antibiogramme par diffusion

Principe :

Sa faible teneur en thymine-thymidine « élément inhibiteur de l'activité des sulfamides » diminue les phénomènes de repousse autour des disques et permet une meilleure détermination des diamètres d'inhibition.

Composition : formule théorique en g/l d'eau purifiée

Peptones de viande « Bovin »	10
Peptones de caséine « Bovin »	10
Fécule de pomme de terre « Amidon »	10ml
Glycérol	10g
Magnésium sulfate	1.5
Agar	18

Préparation :

Mettre 46.4g de poudre en suspension dans litre d'eau purifiée contenant 10gde glycérol, bien mélangé .chauffer sous agitation et laisser bouillir pendant 1 minute .Autoclaver à 121C° pendant 15 minutes.

