

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun–Tiaret
Annexe Sougueur
Faculté des Sciences de la Matière
Département de Chimie



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Matière

Filière : Chimie

Spécialité/Option : Chimie Organique

Thème : *Extraction, Caractérisation et Les effets Thérapeutiques de l'Huile Essentielle d'Ail (Allium sativum)*

Présenté par :

M^{lle} Bengahroura Chaimaa

M^{lle} Ouhib Messaouda

Devant le jury :

M^{me}. Y. MAIZI

Examinatrice Annexe-Sougueur-Tiaret

M^{me}. Ch. BENHAOUA

Présidente UNTV–Tiaret

M^{me}. H. BALEH

Encadreur Annexe-Sougueur-Tiaret

Année Universitaire : 2019/2020

DEDICACE

*Je dédie ce travail à mes parents, qu'ils trouvent
ici ma plus profonde gratitude
et tout mon amour pour leur soutien tout au long
de mes études.*

A frères Mohamed Amine, Khalade et Bahaa.

*A ma sœur Fatima, son mari Mouhamed et leurs
enfants Anas et Abd-Elraoufe,*

A mes sœurs Yasmina et Douaa,

A mon amie Imane,

Merci à tous

B. Chaimaa

DEDICACE

Je dédie ce travail à mon Dieu «Allah» qui m'a aide à élaborer ce modeste travail, que je dédie :

A ma chère maman .

Pour tes mains qui ont tant travaillé,

Pour ton cœur qui m'a tant donné,

Pour ton sourire qui m'a tant réchauffé,

Pour tes yeux qui furent parfois mouillés,

Pour toi qui m'as tant aimé.

A

Mon Frère :Bouزيد

Mes Sœurs:Khoekha,Sihem,Hana,Ahlem,Roumysa.

Mon Fiancé: Mohamed

Mes Fidèles Amies: Noura ,Chaima,Sara.

Que ce travail soit une part de ma reconnaissance envers eux,

O. Messaouda

Remerciements

A MADAME H. BALEH,

Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et notre vive reconnaissance à notre promotrice Mme Baleh, pour nous avoir encadré et dirigé ce travail et pour sa disponibilité, ses conseils et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer.

A MADAME DE NHA OUA,

Présidente de ce jury de cette thèse, Je vous suis reconnaissante de votre disponibilité et de vos conseils. Veuillez croire en ma profonde gratitude.

A MADAME MAIZI

Merci à l'Examinatrice Mme maizi, trouve ici l'expression de nos Plus hautes considérations et Je vous remercie de votre présence parmi les membres de ce jury, ainsi que pour votre temps accordé à juger ce travail.

Nous remercions tous nos enseignants qui nous ont suivis le long de nos études. Veuillez agréer, nos professeurs l'expression de nos sentiments très respectueusement dévoués.

Résumé :

Ce travail rentre dans le cadre de la valorisation des plantes médicinales aromatiques de l'ouest algérien, Dans cet ouvrage, nous avons discuté de diverses connaissances bibliographiques sur les huiles essentielles et les plantes aromatiques. Après cela, la plante d'ail a été étudiée car elle possède plusieurs propriétés biologiques qui jouent un rôle important dans le traitement des maladies. L'huile essentielle de la plante a été extraite par hydrodistillation. Des testes antibactériens de l'huile essentielle pure, diluée et de l'éthanol ont été effectués sur Staphylococcus aureus, Bacillus Subtilis et Micrococques luteus. Les résultats ont montrés un bon effet de l'huile essentielle concentrés sur les bacéries, et le meilleur diamètre d'inhibition était sur Staphylococcus aureus.

Mots clés : Plantes médicinales, huile essentielle, Allium sativum, activité antibactérienne, Staphylococcus aureus, Bacillus Subtilis, Micrococques luteus.

ملخص :

يقع هذا العمل في إطار تقييم النباتات الطبية العطرية من غرب الجزائر ، وقد ناقشنا في هذا العمل مختلف المعارف البيولوجية عن الزيوت العطرية والنباتات العطرية. بعد ذلك تمت دراسة نبات الثوم لاحتوائه على عدة خصائص بيولوجية تلعب دوراً مهماً في علاج الأمراض. تم استخراج الزيت العطري للنبات عن طريق التقطير المائي. تم إجراء الاختبارات المضادة للبكتيريا بالزيت العطري النقي المخفف والإيثانول على ، المكورات العنقودية الذهبية، العسوية الرقيقة، مكورة صفراء. أظهرت النتائج وجود تأثير جيد للزيت العطري المركز على البكتيريا ، وأفضل قطر للتنشيط كان على المكورات العنقودية الذهبية.

الكلمات المفتاحية: نباتات طبية ، زيت عطري ، الثوم، نشاط مضاد للبكتيريا ، المكورات العنقودية الذهبية، العسوية الرقيقة، مكورة صفراء

Summary:

This work falls within the framework of the valuation of aromatic medicinal plants from western Algeria. In this work, we have discussed various bibliographical knowledge on essential oils and aromatic plants. After that, the garlic plant has been studied because it has several biological properties which play an important role in treating diseases. The essential oil of the plant has been extracted by hydrodistillation. Pure, diluted essential oil and ethanol antibacterial tests were performed on Staphylococcus aureus, Bacillus Subtilis and Micrococci luteus. The results showed a good effect of the essential oil concentrated on the bacteria, and the best diameter of inhibition was on Staphylococcus aureus.

Key words: Medicinal plants, essential oil, Garlic Allium sativum, antibacterial activity, Staphylococcus aureus, Bacillus Subtilis, Micrococci luteus.

Liste des tableaux

Tableau 1:Classification d'Allium sativum selon APGIII (2009).....	14
Tableau 2:Quelques exemples d'espècesdu genre Allium.	18
Tableau 3:Les 10 plus grands producteurs d'ail en 2010.....	20
Tableau 4: Les composés actifs dans l'ail	20
Tableau 5: Diamètres d'inhibitions des extraites testés et l'éthanol S.aureus.	40
Tableau 6:Diamètres d'inhibitions des extraites testés et l'éthanol B.subtilise.	41
Tableau 7: Diamètres d'inhibitions des extraites testés et l'éthanol Microcoques luteus.....	41

Liste des figures

Figure 1: Montage d'extraction par Hydro distillation	4
Figure 2: Extraction par l'expression à froid	5
Figure 3: Technique d'extraction par solvant	6
Figure 4 : Montage d'extraction l'enfleurage	7
Figure 5: Montage l'extraction par solvants volatils	7
Figure 6: Montage d'extraction par les fluides supercritiques	8
Figure 7: L'extraction sans solvant assistée par micro-ondes	9
Figure 8: Structure chimique de quelques compose des huiles	11
Figure 9: Allium dont les différentes espèces.	15
Figure 10: Schéma général d'Allium sativum	15
Figure 11 : Le bulbe de l'ail cultivé (Allium Sativum)	16
Figure 12: Allium sativum	17
Figure 13: Composé principal de l'ail coupé.	22
Figure 14 : les bulbes d'Allium sativum.	31
Figure 15 : Préparation du matériel végétal	33
Figure 16 : Transformation de l'alliine en allicine	34
Figure 17 : Montage d'hydrodistillation employé pour l'extraction de l'huile essentielle.	34
Figure 18 : Décantation la totalité du distillat	35
Figure 19 : Préparation de la gamme de concentration de l'huile essentielle.	36
Figure 20: Illustration de la méthode des aromatoigrammes sur boite de pétri	38
Figure 21 : effet des trois solutions sur la souche S.aureus.	40
Figure 22: effet des trois solutions sur la souche B.subtilise.	41
Figure 23: effet des trois solutions sur la souche Microcoques luteus.	42
Figure 24 : Réfractométrie.	54
Figure 25 : le methode d'utilisation d'un réfractomètre.	54
Figure 26 : FN 500 Stérilisateur à air sec.	56
Figure 27 : Wise mix vm-10.	56
Figure 28: Biochrom Libra S6.	57
Figure 29: Digital Caliper 150mm.	57
Figure 30: Autoclave vertical de la fabrication.	58
Figure 31: Bactérie Bacillus subtilis.	60
Figure 32: Bactérie Staphylococcus Aureus.	61
Figure 33: Bactérie Microcoques luteus.	61
Figure 34: Ethanol.	62
Figure 35 : Bec bunsen.	62
Figure 36 : boites pétri.	62
Figure 37: disques en papier.	62
Figure 38 : Eau physiologique.	62
Figure 39 : Ecouvillon.	63
Figure 40 : Gélose	63
Figure 41: HE extraite.	63
Figure 42 : Etuve (Memmert)	63
Figure 43: préparation de l'inoculum.	63
Figure 44: Dépôt des disques.	64
Figure 45 : Résultats de l'aromatogramme des huiles essentielles.	64

Liste des abréviations

AFNOR : L'Association française de normalisation.

CMV : Le cytomégalovirus.

DADS : dialyle dissolu

DAS : dialyle sulfate

DO : densité optique

H₂S : Sulfure d'hydrogène

HE : huile essentielle

HEC : l'huile essentielle concentrée

HED : l'huile essentielle diluée

HSV : Les herpès simplex virus

HTA : L'hypertension artérielle

L'ESSAM : Extraction sans solvant assistée par micro-ondes.

LCD: Digital Caliper

LVHM: Vacuum micro wave hydro distillation hydro.

M. LUTEUS : Microcoquesluteus.

MH : Mueller Hinton

MIC : La concentration minimale inhibitrice

MNT : Les maladies non transmissibles

NF-KAPPA B : Le facteur nucléaire

NO : L'oxyde nitrique

OMS : l'Organisation mondiale de la Santé

PA : quantité de la plante en g

PAD : Une pression artérielle Diastolique

PAS : Une pression artérielle systolique

PB : quantité de l'huile essentielle en g

R : rendement de l'huile essentielle en %

S .AUREUS : Staphylococcus aureus

SIGB : Bacillus Subtilis

TA : La tension artérielle

VMHD : Vacuum Micro wave Hydro distillation

UV : ultraviolet

Table des matières

Dédicace	
Remerciements	
Résumé	
Liste Des Tableaux, Des Figures Et Abréviations	
<u>Introduction</u>	<u>1</u>

PREMIERE PARTIE : Partie Bibliographie

Chapitre I: Les Huiles Essentielles

<u>I.1. Introduction</u>	<u>3</u>
<u>I.2. Définition</u>	<u>3</u>
<u>I.3. Méthodes d'extraction des huiles essentielles</u>	<u>3</u>
I.3.1. Distillation par entraînement à la vapeur d'eau ou hydro-distillation	4
I.3.2. Distillation sèche	4
I.3.3. L'expression	5
I.3.4. L'hydrodiffusion	5
I.3.5. Extraction aux solvants volatils	6
I.3.6. L'enfleurage	6
I.3.7. L'extraction au CO ₂ supercritique	7
I.3.8. L'extraction par micro ondes	8
I.3.10. La macération	9
I.3.11. Autres méthodes	9
<u>I.4. La Composition chimique des huiles essentielles</u>	<u>10</u>
I.4.A. Les Terpénoides	10
I.4.B. Les Composés aromatiques dérivés du phénylpropane	10
I.4.C. Les Composés d'origines diverses	10
<u>I.5. Les effets Thérapeutiques</u>	<u>11</u>
I.5.A. Les propriétés Antiseptique	11
I.5.B. Les propriétés Antivirales	11
I.5.C. Les propriétés Anti-inflammatoires	12
I.5.D. Les propriétés Cicatrisantes	12
I.5.E. Les propriétés Circulatoires	12
I.5.F. Les propriétés Digestives	12
I.5.G. Les propriétés Antispasmodiques	12
<u>Chapitre II: L'Ail</u>	
<u>II.1. Introduction</u>	<u>14</u>
<u>II.2. Description</u>	<u>14</u>
II.2.1. Origine	14

<u>II.2.2. Etude botanique:</u>	<u>14</u>
II.2.2.1. Classification d'Allium sativum:	14
II. 2.2.2. Les Amaryllidacées :	15
II. 2.2.3. Description d'Allium sativum :	15
II. 2.2.3.A. Le bulbe :	16
II. 2.2.3.B. Racines, tige et feuilles :	17
II.2.4. Les types d'ail :	18
II.2.5. Différentes espèces Allium :	18
II.2.6. production mondiale :	19
II.2.7. Les compositions d'ail :	20
II.2.8. Fabrication de l'huile essentielle d'ail :	21
II.2.9. Composition chimique de l'ail:	22
II.2.10. Utilisations thérapeutique :	23

Chapitre III: Les Effets Pharmacologiques

<u>Introduction :</u>	<u>25</u>
<u>III.1. Système cardio-vasculaire:</u>	<u>25</u>
III.1. 1. Effet anti-hypertensif:	25
III.1.2. Antidiabétique :	26
III.1.3. Effet antiagrégant plaquettaire et diminution de la coagulation sanguine :	26
III. 1.3. A. Activité antimicrobiennes :	27
III. 1.3. B. Activité anti bactérienne:	27
III.1.3. C. Activité anti virale:	27
III.1.3.d. Activité antioxydantes :	28

Deuxième Partie: Partie Expérimentale

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

<u>IV.1.Matériel :</u>	<u>31</u>
IV.1.1.matériel végétal :	31
<u>IV.I.2. Microorganismes :</u>	<u>31</u>
<u>IV.2. Méthodes</u>	<u>32</u>
IV.2.1.Analyse chimique	32
A. Extraction	32
B. Préparation du matériel végétal	32
C. But de la macération :	33
D. Hydrodistillation :	34
E. Séparation des deux phases :	35
E. Calcul du rendement	35
<u>IV.2.2. Etude bactériologique</u>	<u>36</u>

Chapitre V: RESULTATS ET DISCUSSION

<u>V.1. Résultats de l'analyse chimique :</u>	<u>40</u>
<u>V. 2. Etude de l'activité antibactérienne :</u>	<u>40</u>
V. 2. 1. La souche Staphylococcus aureus :	40
V. 2.2. La souche Bacillus Subtilise :	40
V. 2. 3. La souche Microcoques luteus:	41
<u>V.3. Discussion :</u>	<u>43</u>

Conclusion Générale

Références

Annexes

ole Gizi - Susana - C. Srik - Tina Dadi - Gournei Rea - Sibean

INTRODUCTION GENERALE.

Introduction générale

A travers les siècles les hommes ont pu développer la connaissance de herbes aromatiques et de leurs propriétés thérapeutiques, ils ont été utilisées comme moyen de guérison (**ESCOP**). Aujourd'hui, la tendance de l'utilisation des produits naturels issus des plantes est en pleine croissance face au souci des effets secondaires des composés synthétiques qui peuvent être nocifs à cause des effets mutagènes, cancérogènes et toxiques sur la santé humaine et à l'environnement. Avoir recours aux composés aromatiques naturels des plantes est avoir envisagé divers procédés d'extraction pertinents.

Les huiles essentielles et les aromes constituent dans ce contexte la majeure partie des composés aromatiques naturels qui sont aujourd'hui de plus en plus utilisés à cause de ses activités biologiques (antioxydants, antimicrobienne, anti-inflammation...).

Dans le contexte de la chimie verte, l'objectif de notre recherche c'est l'extraction des composés naturels de plante médicinale (l'ail) qui appartient à la famille des alliacées.

Afin de contribuer aux principes de la chimie verte cette thèse s'articule autour de trois parties :

O la première partie est relative à l'étude bibliographique dans laquelle nous avons présenté des généralités sur les huiles essentielles, leurs différents modes d'extraction, les plantes médicinales, leurs diverses activités biologiques et des généralités sur l'ail et sa composition, extraction de son huile essentielle et ses effets pharmacologiques.

O la deuxième partie représente la partie expérimentale où nous présentons les techniques utilisées :

- Extraction de l'huile essentielle d'*Allium sativum*, par l'hydro distillation.
- Détermination d'effet antibactérien de notre huile essentielle.

Enfin les résultats obtenus ; de l'activité antibactérienne, sont interprétés à la lumière de la littérature. Le travail est clôturé par une conclusion.

CHAPITRE I

LES HUILES ESSENTIELLES



I.1.Introduction :

Les huiles essentielles sont connues depuis l'antiquité pour leurs bienfaits curatifs pour leur valeur médicinale et ce sont des produits végétaux naturels. Ils continuent d'être d'une importance primordiale jusqu'à nos jours. Les huiles essentielles ont été utilisées comme parfums, arômes pour les aliments et les boissons, ou pour soigner le corps et l'esprit pendant des milliers d'années. Les résultats enregistrés en Mésopotamie, en Chine, en Inde, en Perse et en Egypte ancienne montrent leurs utilisations pour de nombreux traitements sous diverses formes. Par exemple, dans l'Egypte ancienne, la population extrayait des huiles par perfusion. Plus tard; les grecs et les romains utilisaient la distillation et donnaient ainsi aux plantes aromatiques une valeur supplémentaire, avec l'avènement de la civilisation islamique, les techniques d'extraction ont été encore affinées, à l'ère de la renaissance, les européens ont repris la tâche et avec le développement de la science, la composition et la nature des huiles essentielles ont été bien établies et étudiées (**Jaouad Bouayed ,2012**), [1].

Se divise en quatre grandes périodes au cours desquelles la connaissance des plantes aromatiques et de leur usage s'est affinée. Au départ, les plantes à essence étaient utilisées telles quelles, incorporées dans l'alimentation, macérées, infusées ou décoctées.

Le lien entre leurs vertus thérapeutiques et leur caractère aromatique n'était pas encore établi. Lorsque l'intérêt thérapeutique de la substance odorante a été envisagé, les procédés d'utilisation ont évolué, les plantes étaient alors brûlées, macérées ou infusées dans des huiles végétales. Plus tard l'invention de la distillation a permis d'extraire les substances odorantes, le concept « huile essentielle » est né. Mais c'est la fin du XIX^{ème} siècle qui marque les débuts de l'aromathérapie moderne (**Abdelouaheb Djilani et al, 2012**).

I.2.Définition :

Selon la commission de la pharmacopée européenne, une huile essentielle est un liquide odoriférant d'aspect fluide à épais et de couleur variable extraite de la plante par distillation (**Danièle Festy, 2013**).

Il s'agit d'une substance complexe qui contient des molécules aromatiques dont l'action bénéfique sur la santé est étudiée et mise en pratique par l'aromathérapie (**Laurent Julia et al ,2017**).

Renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation (**Sahraoui, 2015**).

L'Association Française de Normalisation (**AFNOR**), quant à elle, 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'épicerie des Citrus, soit par distillation sèche» (**J. Bruneton, 2009**).

I.3. Méthodes d'extraction des huiles essentielles :

Plusieurs procédés ont été identifiés pour extraire des substances aromatiques car ils visent à extraire les molécules les plus délicates et les plus fragiles produites par les plantes sans altérer

Leur qualité (Maëlle Rullière et al ,2015), [2], et récupérez Les essences piégées dans les tissus végétaux spécialisés en aromathérapie (Nataly Ferland, 2016).

Il existe plusieurs méthodes d'extraction. qui se pratiquent en fonction de la partie du végétal choisie.

I.3.1. Distillation par entraînement à la vapeur d'eau ou hydro-distillation :

La majorité des huiles essentielles sont obtenues par distillation par entraînement à la vapeur d'eau sous basse pression (A. Zhiri - D et al, 2005).La matière première est mise en présence d'eau portée à ébullition ou de vapeur d'eau dans un alambic ; cette vapeur d'eau entraîne la vapeur d'huile essentielle qui est condensée dans le réfrigérant pour être récupérée en phase liquide dans un vase florentin (ou essencier) (Velé Hélène, 2015).

Les huiles essentielles flottent car elles sont insolubles dans l'eau La séparation entre eau et huile essentielle se fait par différence de densité, ce qui permet de récupérer facilement l'huile essentielles (François Tournay).

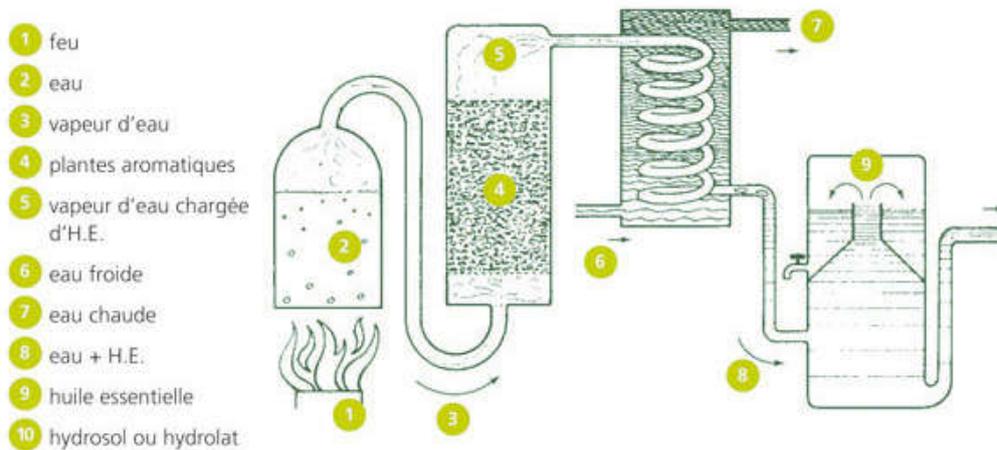


Figure 1: Montage d'extraction par Hydro distillation [3].

I.3.2. Distillation sèche :

Cette distillation est réalisée, de préférence, sur le bois ou les écorces. Elle n'utilise pas l'eau ou la vapeur d'eau ajoutée au végétal, contrairement à l'entraînement par la vapeur ou l'hydrodistillation. La distillation sèche conduit à un distillat ayant souvent l'apparence d'un goudron (liquide visqueux noirâtre), ce mode de distillation est très peu utilisé ; des critiques sur l'éventuelle cancérogénicité de ce goudron ; ont conduit les industriels à raffiner l'huile, par des distillations fractionnées, afin d'éliminer les produits toxiques. L'huile essentielle de cade et celle d'écorce de bouleau sont utilisées en dermopharmacie, principalement sur le cuir chevelu (Jacques Kaloustian et al, 2012).

I. 3.3.L'expression à froid :

Le terme, également appelé «pressage à froid» ou «grattage», est un processus d'extraction très simple.

Il est principalement utilisé dans les écorces ou fruits d'agrumes (citron, pamplemousse, bergamote, oranges douces, oranges amères, mandarines) qui contiennent une grande quantité d'huile essentielle (**Alessandra Moro Buronzo, 2008**). Ce procédé vise à extraire les particules aromatiques par décomposition mécanique des poches de benzène. L'excitation est rompue et les particules aromatiques sont séparées de la phase aqueuse par centrifugation. L'extrait d'agrumes se conserve 3 ans, moins que l'huile essentielle. Lors de l'utilisation de ce procédé, nous n'allons pas parler d'une huile essentielle mais d'une essence comme l'essence de citron (**Sandrine Mariani, 2016**), [4].



Figure 2: Extraction par l'expression à froid (**E. Bénéteaud, 2011**)

I.3.4.L'hydrodiffusion :

L'hydro diffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur. Cette technique est relativement récente et particulière. Elle exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Elle consiste à faire passer, du haut vers le bas et à pression réduite, la vapeur d'eau au travers de la matrice végétale. L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils, et de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. De plus, l'hydro diffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur (**Boutayeb Abdelilah, 2013**), [5].

I.3.5.Extraction aux solvants volatils :

Extraction par solvant (béton et absolu) Cette méthode est utilisée pour les fleurs délicates qui ne tolèrent pas la chaleur de distillation (coupes, rose, fleur d'oranger) (E. Bénéteaud, 2011).C'est un procédé qui consiste à collecter tout ce qui se dissout dans une plante, au contact d'un solvant spécifique. Une fois le solvant éliminé, l'huile essentielle, les cires et autres matières potentielles issues de cette extraction sont collectées. L'extraction aux solvants volatils est utilisée sur le même principe que l'extraction grasse, c'est-à-dire en cosmétique, notamment en parfumerie [5].

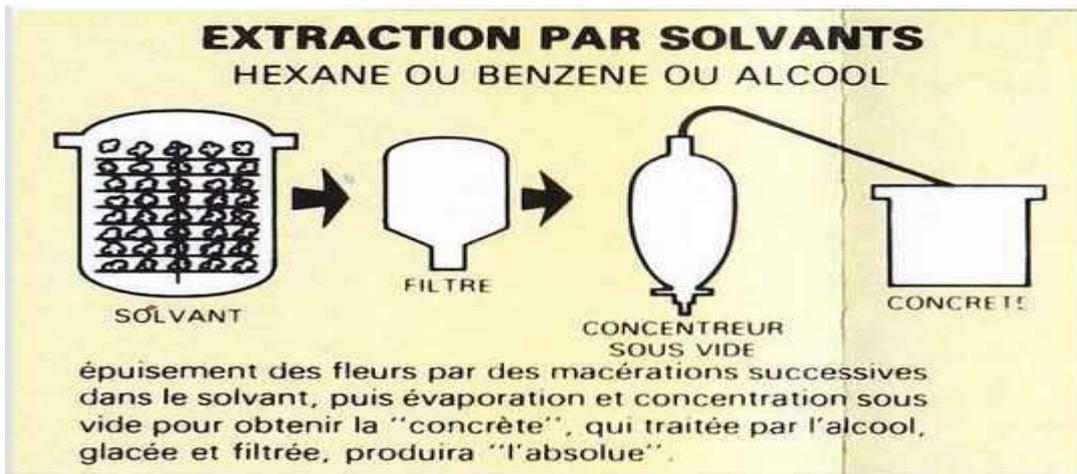


Figure 3: Technique d'extraction par solvant (Arnaud, 2016)

I.3.6.L'enfleurage :

Le processus de saturation est une méthode d'extraction manuelle ancienne, complexe et très coûteuse à partir de pierres précieuses, qui n'est pas largement pratiquée aujourd'hui. Il est lié aux plantes ou parties de plantes qui sentent très fragiles et qui sentent trop faible pour tolérer d'autres méthodes d'extraction. C'est par exemple le cas du jasmin, du narcisse ou du muguet (Alessandra Moro Buronzo, 2008). Il consiste à étaler une couche de ces matières végétales fragiles entre deux épaisses couches de graisse. La matière végétale fraîche est reconstituée jusqu'à ce que les graisses soient saturées de parfum. Ensuite, l'excès de sébum est éliminé du parfum et une essence absolue non absolue, une huile essentielle de très haute qualité olfactive, est obtenue. Notre laboratoire produit la membrane de rose damassée selon la méthode traditionnelle de Grasse au cœur de la vallée des roses à qalaat al-majouna. Seule cette technique permet de mieux restituer l'arôme d'une plante fraîche [6].

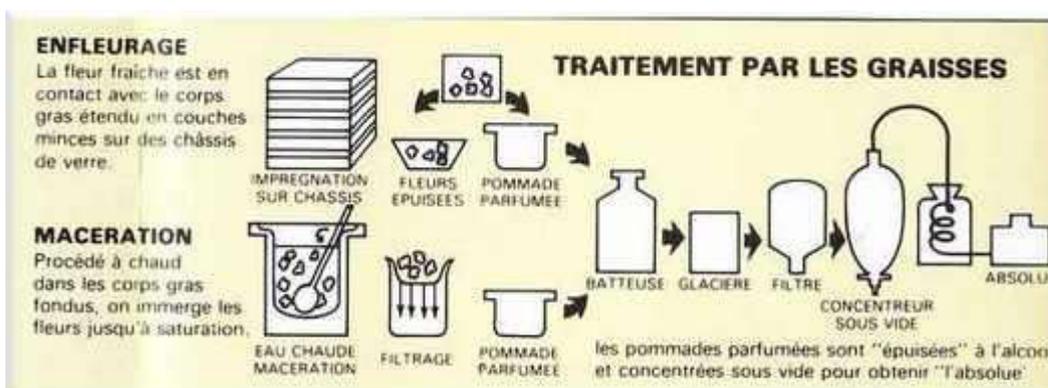


Figure 4 : Montage d'extraction l'enfleurage (Arnaud, 2016), [7].



Figure 5: Montage l'extraction par solvants volatils (Melinda, 2010), [8].

I.3.7.L'extraction au CO₂ supercritique :

Il' agit du procédé le plus récent d'extraction à froid des matières. Sous pression et à température supérieure à 31°C, le gaz carboniques retrouve dans un état dit «supercritique», intermédiaire entre le gaz et le liquide .dans ce têtât, le CO₂ présente la particularité de dissoudre de nombreux composés organiques.

Cette propriété a été mise à profit pour extraire des matières premières végétales intéressantes pour la parfumerie, l'extraction au CO₂ supercritique présente de nombreux avantages par rap portaux procédés d'extractions traditionnelles. Les matières premières saines obtenues sont proches du produit naturel d'origine (E. Bénéteaud, 2011).

Principe :

Au lieu d'utiliser l'eau ou un solvant organique, on utilise le CO₂ dans des conditions de température et de pression données (P critique : 73,8 bar et T° critique : 31 °C). Le CO₂ se comporte alors comme un liquide (bonne capacités d'extraction) et un gaz (bonne diffusion) (Iness Bettaieb Rebeyetal, 2018).

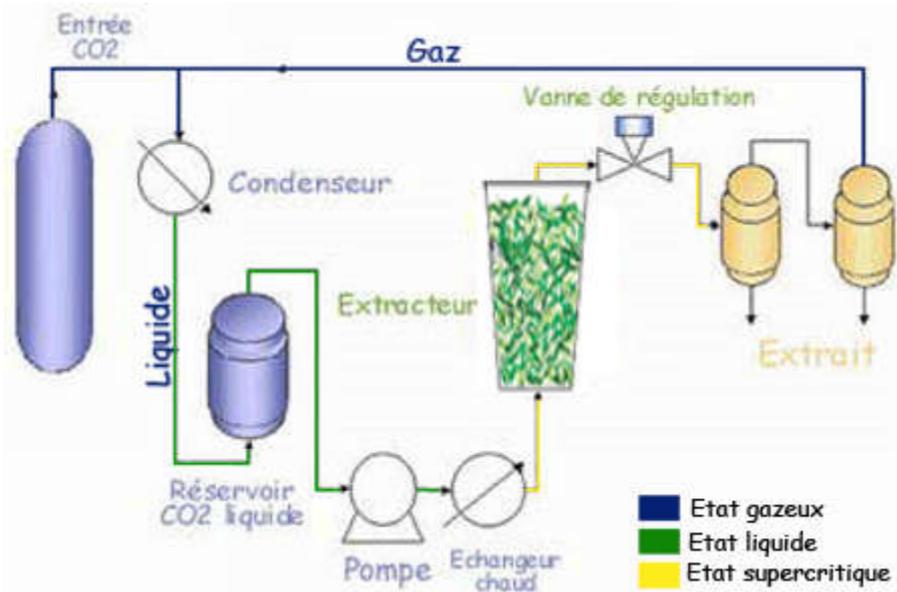


Figure 6: Montage d'extraction par les fluides supercritiques (Arnaud, 2016), [9].

I.3.8. L'extraction par micro ondes :

On emploie les micro-ondes pour deux types d'extractions : le VMHD (Vacuum Micro wave Hydrodistillation : hydrodistillation à micro-onde sous vide), et l'ESSAM (extraction sans solvant assistée par micro-ondes). Il s'agit en fait d'une hydro distillation sans eau pour le VMHD et sans solvant pour l'ESSAM réalisée à l'aide d micro-ondes. Pour le VMHD, seule l'eau contenue dans la plante participera à l'extraction.les molécules absorbent l'onde et la transforment en chaleur. Ainsi, dans une plante, les molécules les plus chargées d'eau absorbent l'onde ce qui engendre une remontée subite de température. Le mélange entre donc rapidement en ébullition et la pression résidant dans l'enceinte de l'extraction va provoquer un éclatement de la structure cellulaire des végétaux et c'est ici que le processus d'une hydrodistillation simple va se mettre en marche. La vapeur entraine le contenu hors des cellules puis elle va se condenser afin de rendre l'état liquide à la substance. Cette technique permet la libération plus rapide de la structure cellulaire, c'est-à-dire de l'ouverture des glandes et des poils sécréteurs. On économise donc du temps, de l'eau et l'huile essentielle ne contiendra aucune trace de solvant (Farid Chemat et al, 2005), [10].

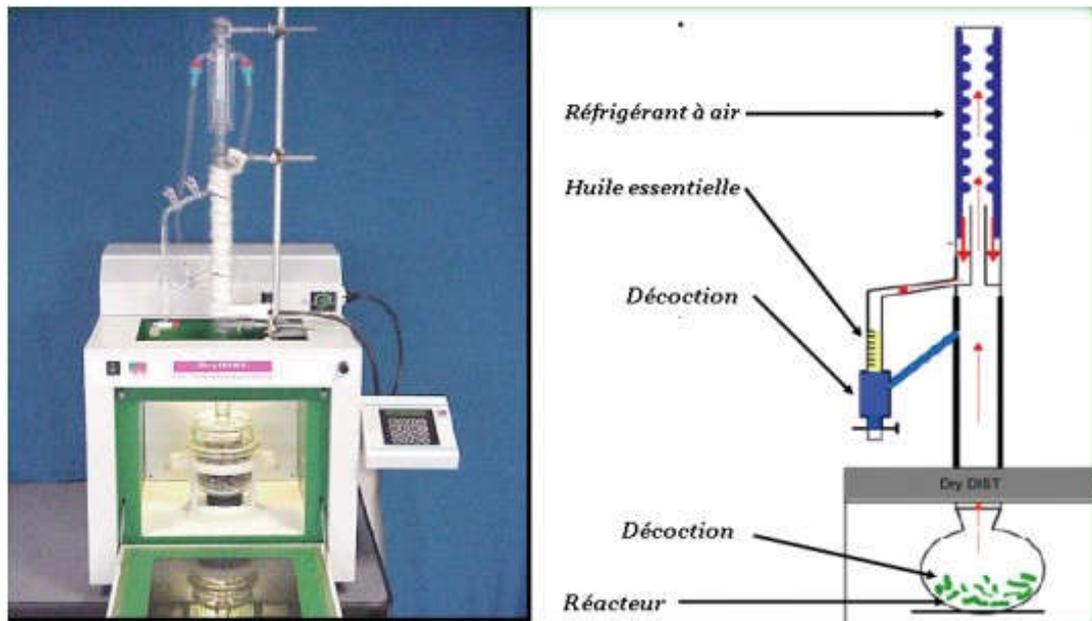


Figure 7: L'extraction sans solvant assistée par micro-ondes (ESSAM) (Arnaud, 2016), [11].

I.3.10. La macération :

Cette méthode consiste à faire macérer à chaud les végétaux dans des huiles ou dans des substances grasses. On obtient alors non pas une huile essentielle ou une essence, mais un extrait huileux que l'on peut mélanger à des huiles essentielles (Anne Huete, 2013).

I.3.11. Autres méthodes :

On peut maintenant extraire les principes aromatiques grâce à des procédés modernes, tels que l'expression au dioxyde supercritique, la distillation fractionnée ou encore. Ces techniques permettent d'isoler un ou plusieurs constituants d'une huile essentielle, alors appelés isolats, et visent à reconstituer des odeurs naturelles. Les produits obtenus ne peuvent normalement pas s'appeler huiles essentielles et servent surtout à la fabrication de parfums. Quelle que soit la technique utilisée, la quantité d'huile essentielle contenue dans certaines plantes étant souvent infime, il faut parfois des centaines de kilos de matière végétale pour produire quel (Melinda Wilson, 2010).

I.4. La Composition chimique des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des mélanges très complexes constituées de 2 groupes d'origines biologiques distinctes :

- Composés terpéniques.
- Composés aromatiques dérivés du phénylpropane.

I.4.A. Les Terpénoïdes :

Les huiles essentielles sont constituées des terpènes (C_5H_8) n les plus volatils :

→ Mono terpènes à C_{10} : ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bi cycliques. Ils constituent plus 90% des HE, Plusieurs variations structurales existent telle que : alcools, aldéhydes, cétones, phénols...

→ Sesquiterpènes à C_{15} : Les plus réponsus sont les carbures, les alcools et les cétones (**Sahraoui, 2015**).

I.4.B. Les Composées aromatiques dérivés du phénylpropane :

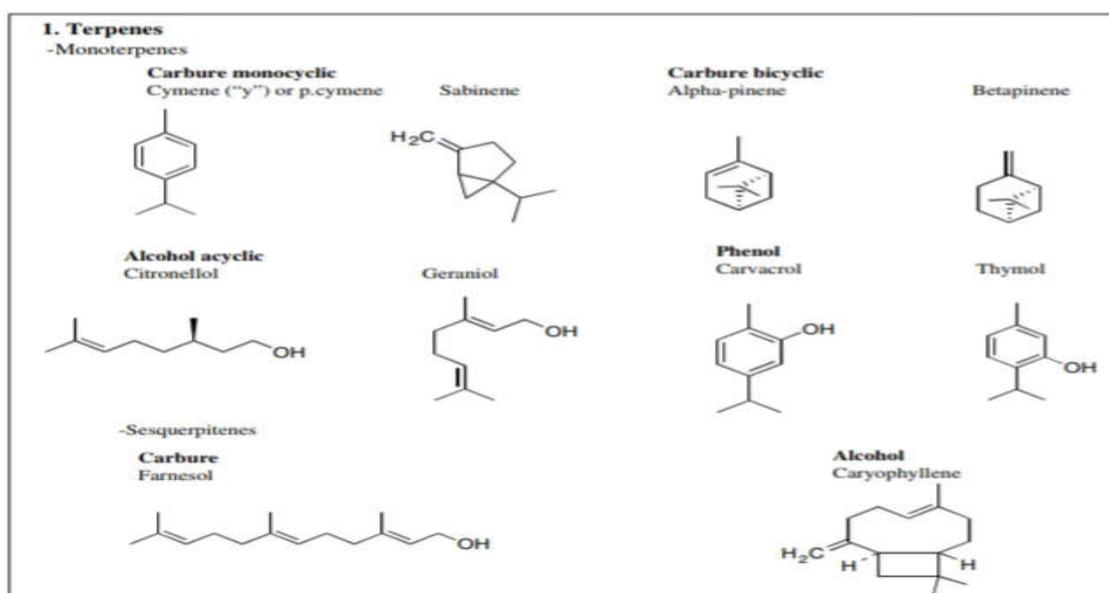
(C_6-C_3) Ils sont beaucoup moins fréquents que les Terpénoïdes, ils sont classés selon la nature des fonctions qu'ils portent (acides, aldéhydes, phénols...).

Seul un petit nombre HE sont constituées majoritairement de composés aromatiques (HE de cannelle et de girofle). Parmi les constituants très nombreux des huiles essentielles l'un domine généralement : HE de badiane et d'anis renferment 95% d'anéthol (**Danièle Festy, 2011**).

I.4.C. Les Composés d'origines diverses :

Ce sont des produits résultant de la transformation de molécules non volatiles entraînaibles par la vapeur d'eau. Il s'agit de composés issus de la dégradation d'acides gras, de terpènes. D'autres composés azotés ou soufrés peuvent subsister mais sont rares.

Enfin, il n'est pas rare de trouver dans les concrètes des produits de masses moléculaires plus importantes non entraînaibles à la vapeur d'eau, mais extractibles par les solvants (**Bazizi Marwa, 2017**).



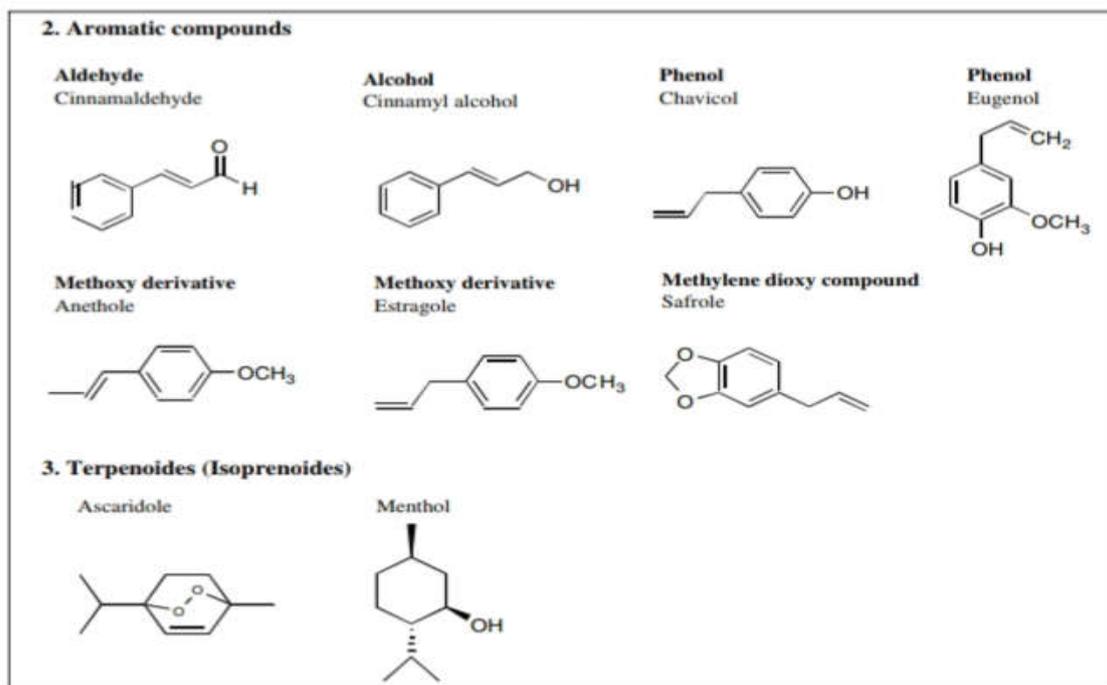


Figure 8: Structure chimique de quelques compose des huiles (Bakkali F, et al, 2008), [12].

I.5. Les effets Thérapeutiques :

Compte tenu de leur extraordinaire richesse en molécules biochimiques différentes, souvent plus de 200, il est facile de comprendre que chaque huile essentielle possède plusieurs propriétés. Contrairement aux médicaments classiques, qui renferment généralement une molécule active, correspondant à une propriété.

N'oublions pas que leur rôle initial est de protéger naturellement la plante contre les maladies, les invasions de parasites (Danièle festy ,2016), [13].

I.5.A. Les propriétés Antiseptique :

Antibactériennes et antifongiques signent d'une activité antiseptique. Plusieurs études ont montré que les huiles essentielles sont capables de s'attaquer aux microbes les plus puissants comme le staphylocoque, les quels sont utiles pour lutter contre les infections bactériennes, virales et parasitaires (Alessandra Moro Buronzo, 2008).

I.5.B. Les propriétés Antivirales :

La capacité de combattre certaines pathologies virales. Les huiles essentielles arrêtent le développement des virus et facilitent l'élimination du mucus tout en stimulant le système immunitaire.

Elles sont très efficaces contre les maladies hivernales, les plaies, les mycoses (Sandrine Mariani, 2016), [4] .

I.5.C. Les propriétés Anti-inflammatoires :

Les aldéhydes contenus dans un grand nombre d'huiles essentielles ont la propriété de combattre les inflammations (**Danièle Festy, 2014**), [14].

I.5.D. Les propriétés Cicatrisantes :

Le pouvoir de régénérer les tissus qui ont été abîmés et de favoriser la cicatrisation des blessures. Permet de désinfecter en même temps les plaies, en protégeant l'organisme des processus de décomposition, des microbes et de leurs éventuels déchets nocifs.

Agissent également sur le plan psychologique de corps. En cas de stress, trac, déprime, fatigue (**Nelly Grosjean, 2011**).

I.5.E. Les propriétés Circulatoires :

Sont de puissants soutiens pour système circulatoire. La capacité d'activer la circulation sanguine veineuse (**Danièle Festy, 2011**).

I.5.F. Les propriétés Digestives :

Action manifeste sur le système digestif. Elles sont efficaces contre la formation de gaz au niveau abdominal et elles favorisent la formation des sucs gastriques nécessaires à une bonne digestion (**Danièle Festy, 2011**).

I.5.G. Les propriétés Antispasmodiques :

Ce sont aussi d'excellents anti-inflammatoires et analgésiques (les douleurs musculaires, arthrose, aphtes, etc (**Alessandra Moro Buronzo, 2008**)).



II.1.Introduction :

Depuis bien longtemps les hommes traitent leur maux avec les plants, parmi celles-ci l'Allium sativum L. (ail). L'ail est une plante aromatique connue depuis l'antiquité ; elle soit principalement utilisée pour ses vertus culinaires à plus de 5000ans, au fil du temps, l'ail a ainsi acquis une réputation d'agent médical prophylactique et thérapeutique. De nos jours, la majorité du grand public considère l'ail comme une plante magique alliée pour la santé.

II.2. Description :

II.2.1. Origine :

L'ail fait partie des plus anciennes cultures horticoles connues. Dans l'Ancien Monde, la culture égyptienne et indienne (USDA. **Garlicorigins, 2006**). Il est cultivé depuis des milliers d'années autant pour une utilisation culinaire que médicinale. Les premières traces de l'utilisation de l'ail remontent à plus de 5000 ans, Il serait issu des plaines à l'Est de la Mer caspienne d'où il aurait atteint l'Asie (Kazakhstan, Ouzbékistan actuels). Ce sont ensuite les marchands, les marins, les explorateurs ou encore les nomades qui ont permis à l'ail d'être répandu dans le reste du monde.

II.2.2. Etude botanique :

II.2.2.1. Classification d'Allium sativum :

APG Classification	
Uni	Plantae
(clade)	Angiosperms
(clade)	monocotylédones
Ordre	Asparagales
Famille	amaryllidaceae
sous-famille	Allioideae
nom binomial	
<i>Allium sativum</i>	
L	

Tableau 1: Classification d'Allium sativum selon APGIII (2009).

En 2009, le groupe **APGIII** ne reconnaît plus les Alliées et range l'Ail dans la famille des Amaryllidacées (**Tableau I**).

II. 2.2.2. Les Amaryllidacées :

Les Amaryllidacées sont une famille de plus de 1700 espèces, dont le genre *Allium* est majoritaire avec environ 750 espèces. (**Dupont F et al, 2012**) où sont aussi classés les oignons, l'échalote, La ciboulette ou encore le poireau....



Figure 9: Allium dont les différentes espèces

Les Amaryllidacées sont des plantes monocotylédones, c'est-à-dire que la graine ne possède qu'un seul cotylédon. Ce sont des plantes herbacées, vivaces et bulbeuses [15].

II. 2.2.3. Description d'Allium sativum :

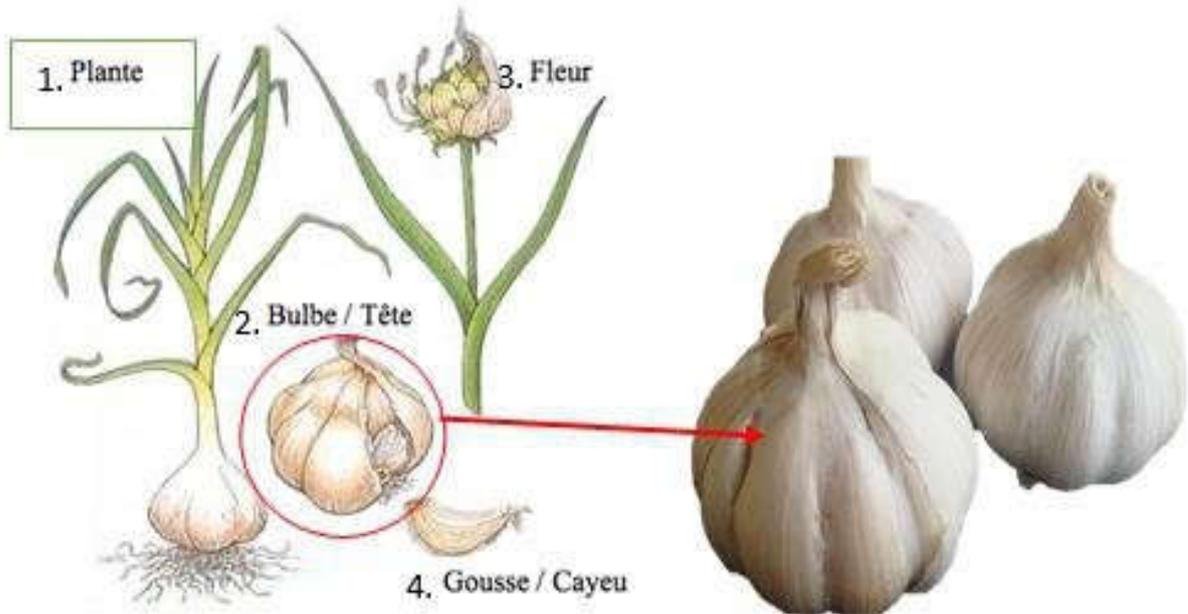


Figure 10: Schéma général d'Allium sativum (1 : port de la plante, 2 : bulbe/ tête, 3 : inflorescence, 4 : gousse) (**Présentation de l'ail photo biophytoharma**)

L'ail son nom complet est l'ail cultivé, de son nom scientifique *Allium sativum* Allium vient du celtique all, qui se désigne comme une saveur brulante, âcre en raison de sa saveur piquante et sativum signifie cultiver, (Deboise, D, 2001). il s'agit d'une plante potagère vivace constituée d'un bulbe formé de gousses enveloppées dans une membrane, surmonté d'une tige unique, pouvant atteindre un mètre de haut, et portant des feuilles longues et minces. La tige porte à son extrémité une ombelle de fleurs blanches comestibles. L'ail est un condiment au goût prononcé et aux multiples vertus (Guide des plantes qui soignent, 2010). La partie la plus importante de cette plante à des fins médicinales est le bulbe Composé (UMM, 2004),[16].La tête d'ail est un bulbe complexe formé de nombreuses petites bulbilles appelées gousses d'ail ou caïeux.

La partie la plus importante de cette plante à des fins médicinales est le bulbe Composé (UMM, 2004), [16].La tête d'ail est un bulbe complexe formé de nombreuses petites bulbilles appelées gousses d'ail ou caïeux.

II. 2.2.3.A. Le bulbe :

Les bulbes sont formés à la base de la tige, ils sont composés de 3 à 20 bulbilles (plus communément connues sous le nom de gousses) arquées appelés caïeux. Ces derniers ont un diamètre de 5 à 10 mm et sont composées d'une enveloppe externe (WHO, 1999).

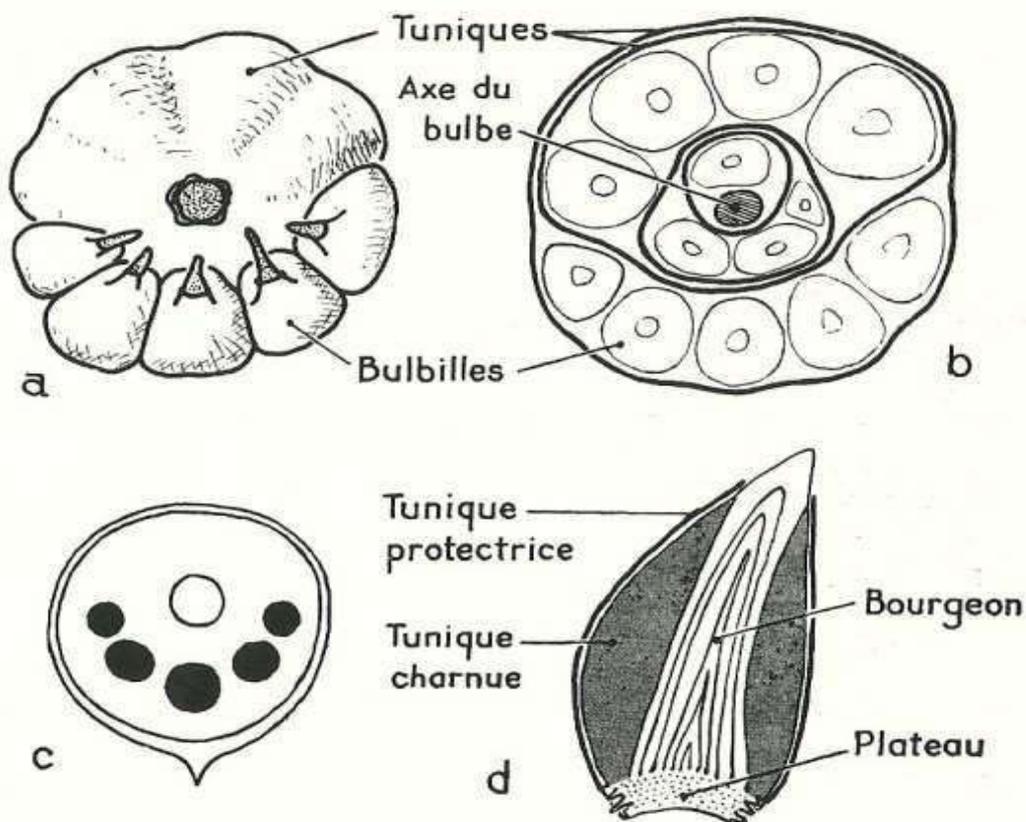


Figure 11 : Le bulbe de l'ail cultivé (*Allium Sativum*) (The RodaleHerb Book et al ,1987).

- a- Bulbe dont les tuniques externes ont été enlevées pour faire apparaître une série de bulbilles.
- b- Bulbe coupé en travers.
- c- Diagramme des bourgeons collatéraux(ou bulbilles).
- d- Coupe longitudinal d'une bulbille.

II. 2.2.3.B. Racines, tige et feuilles :

Les racines :

Ce sont des racines adventives qui prennent naissance sous le bulbe, au niveau du plateau correspondant à la tige souterraine.

La tige :

Elle mesure en moyenne 40 cm de haut, mais elle peut amplement dépasser cette hauteur (jusqu'à 150 cm). Elle sort de la partie haute du bulbe. C'est en fait une fausse tige qui est formée par l'emboîtement entre elles des gaines foliaires des feuilles qui partent du plateau du bulbe (Tredoulat T, 2015), [17].

Les Feuilles :

Les feuilles de l'ail en forme de lanière mesurent 1 à 2 pieds de long, entourant une tige ou une hampe florale centrale, qui développe une grappe globulaire de minuscules fleurs blanches (William S. et al ,1987).

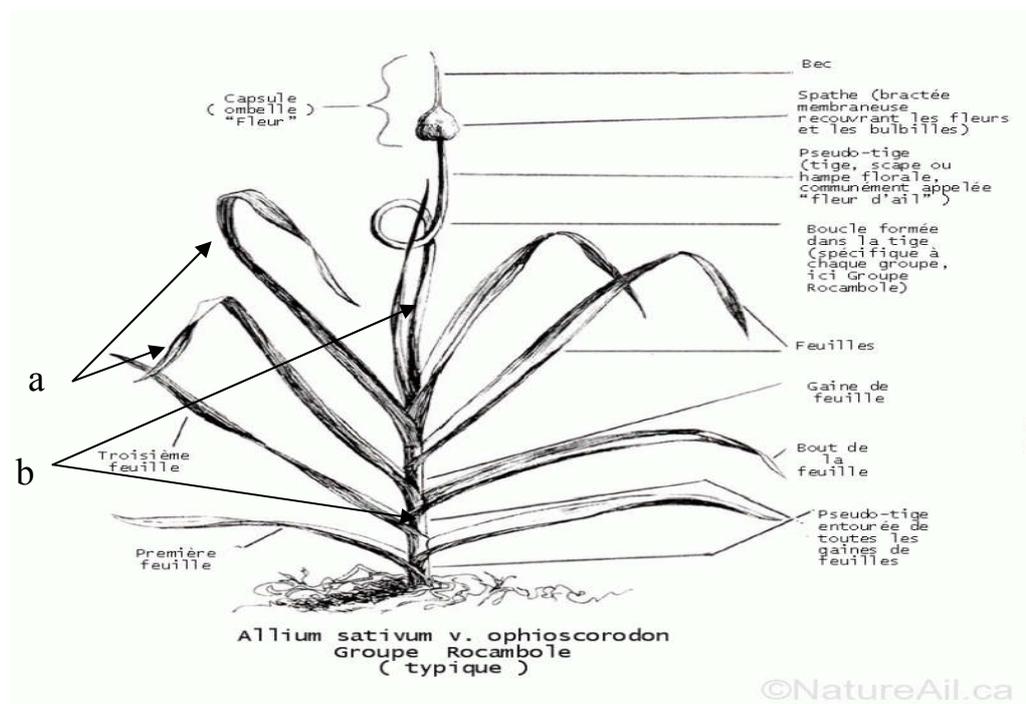


Figure 12: Allium sativum (a : les feuilles, b : la tige) (traduction Nature-Ail©2018).

II.2.4. Les types d'ail :

Quelles sont les différentes variétés d'ail ?

Il y a longtemps, l'ail était classé par la teinte de son enveloppe (blanche ou rose), aujourd'hui on distingue les différents types d'ail par leur période de plantation :

- **Les variétés automnales**

Ce type d'ail a une enveloppe blanche et parfois une sous-enveloppe blanc nacré. Il est planté à l'automne puis récolté en été. Il peut être conservé jusqu'en décembre.

On retrouve principalement la Messidrôme, la Thermidrôme et la Germidour. Ce sont des ails avec de gros bulbes mais peu abondants.

- **Les variétés alternatives**

Ces variétés peuvent être plantées en automne comme au printemps. Elles ont une enveloppe rosée qui protège de petites gousses brillantes de couleur ivoire (**Marie-Charlotte Rivet Bonjean , 2018**).

II.2.5. Différentes espèces Allium :

Le genre Allium est le plus répandu, avec 600-900 espèces. Il existe différentes variétés de l'ail, Allium sativum qui se diffère par la taille, la forme du bulbe, ou encore par la couleur de l'enveloppe (**Goetz, P et al, 2012**). Quelques exemples d'espèces ornementales du genre Allium : (**Leblond. N, 2006**).

Allium neapolitanum (Ail de naple)[18]



Allium ericetorum (Ail des bryères) [19]



<p>Allium vineale (vignes) [20]</p> 	<p>Allium roseum (Ail rose) [21]</p> 
<p>Allium triquetrum (Ail triqué/Ail à trois angles) [22]</p> 	<p>Allium sphaerocephalon (ail à tête ronde) [23]</p> 

Tableau 2: Quelques exemples d'espèces du genre Allium

II.2.6. production mondiale :

D'après les données de FAOSTAT (faostat3.fao.org), la production d'ail dans le monde reste très importante.

Tableau 3: Les 10 plus grands producteurs d'ail en 2010

Pays	Production (tonnes)
 Chine	13664069
 Inde	833970
 Corée du Sud	271560
 Egypte	244626
 Russie	213480
 Birmanie	185900
 Ethiopie	180300
 États-Unis	169510
 Bangladesh	164392
 Ukraine	157400
Monde	17674893

II.2.7. Les compositions d'ail :

L'ail est un aliment, il est très complet de par sa composition [24].

Un bulbe d'ail contient en moyenne :

60 à 65% d'eau (Suleria HAR et al 2015) 30% de glucides (Senninger F, 2009).

2 % de protéines [25] (Jean-Michel Hurtel, 2001).

1,2% d'acides aminés [26].

1, 5 % de fibres (Omar, S.H, 2013).

Il existe de nombreux composés actifs dans le bulbe de l'ail, comme :

Tableau 4: Les composés actifs dans l'ail

Les glucides :	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les monosaccharides (fructose, glucose). ➤ Les disaccharides (saccharose, lactose). Les trisaccharides (raffinose). ➤ Les tétrasaccharides (tétrafructose, scorodose). ➤ Les polysaccharides (l'amidon, dextrine, inuline, fructosane). ➤ et autres comme le D-galactane, L-arabinose, pectines, D-fructane.
Les lipids:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les acides gras (acide linoléique, acide linoléique, acide oléique, acide palmitique). ➤ Les triglycérides. ➤ Les phospholipides (phosphatidylcholine, phosphatidylsérine, phosphatidyléthanolamine). ➤ Les prostaglandines (prostaglandine A, prostaglandine E, prostaglandine F).

Les composés azotes :	<ul style="list-style-type: none"> - 18 acides aminés : ➤ Les acides aminés essentiels (la lysine, la thréonine, la valine, la méthionine, l'isoleucine, le tryptophane, la phénylalanine, la leucine, l'histidine). ➤ Les autres acides aminés comme l'arginine, l'acide aspartique, la sérine, la glutamine, la proline, la glycine, l'alanine et la cystéine
Les vitamines :	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vitamine A (Bêta-carotène) ➤ Vitamine B1 ou Thiamine ➤ Vitamine B2 ou Riboflavine ➤ Vitamine B3 ou PP ou Niacine ➤ Vitamine B5 ou Acide pantothénique ➤ Vitamine B6 ou Pyridoxine ➤ Vitamine B9 ou Folates totaux ➤ Vitamine B12 ou Cobalamines ➤ Vitamine C ➤ Vitamine D ➤ Activité vitaminique E(en équivalents alpha-tocophérol)
Les minéraux et oligo-éléments :	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le phosphate, le potassium, le magnésium, le cuivre, le fer, le manganèse, le zinc et le sélénium. ➤ Diméthylsélénide, acide méthylesterméthanesulfénosélénoïque, diméthylsélénide, bis(méthylthio)sélénide, allylméthylsélénide, acide méthylester-2-propènesulfénosélénoïque, acide propylester-1-propènesulfénosélénoïque, allylthiométhylthiosélénide.
- Les composés soufrés :	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alliine, allicine et les dérivés d'Allicine.
- Les enzymes :	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'hexokinase, l'alliinase. ➤ L'γ-L-glutamylpeptidase. ➤ L'γ-L-glutamyltranspeptidase. ➤ La lipase, la peroxydase et la polyphenoloxydase.
Autres composés divers :	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les saponosides, les flavonoïdes...

(Corzomartinez, M, 2007), (Trefeil, N, 1997), (Sendl A, 1995), (Senninger, 2009)

II.2.8. Fabrication de l'huile essentielle d'ail :

L'huile essentielle d'ail peut être extraite de deux façons :

La première technique, qui est la distillation à la vapeur d'eau fait appel à un alambic.

La seconde méthode est la technique d'extraction à l'aide de solvant.

A cet effet, les gousses d'ail sont réduites en purée et additionnée avec un solvant comme l'éthanol Ou l'hexane.

Le mélange est ensuite pressé, puis filtré. Enfin, on fait évaporer le solvant en modifiant la pression et la température et on recueille l'huile essentielle d'ail [27].

II.2.9. Composition chimique de l'ail :

Les études sur l'ail ont commencé en 1844 avec Wertheim qui a extrait, examiné l'huile essentielle puis a établi le terme "allyl" pour le radical C₃H₅ (Jansen et al, 1987).

En 1909, Rundqvist avance une théorie (plus tard réfutée) que le précurseur des disulfures était un glucoside qu'il a nommé "alliine" mais n'a pas pu l'isoler sous une forme Pure (Guenther, 1977).

Les premiers exposés sur les propriétés physiques et la structure chimique du principal composé odorifiant et antibactérien de l'ail écrasé, étaient donnés par Cavallito et al en 1944.

Il a suggéré la structure : CH₂=CH-CH₂-S(O)-S-CH₂-CH=CH₂, et a introduit le terme "Allicine" pour ce composant (Jansen et al. 1987).

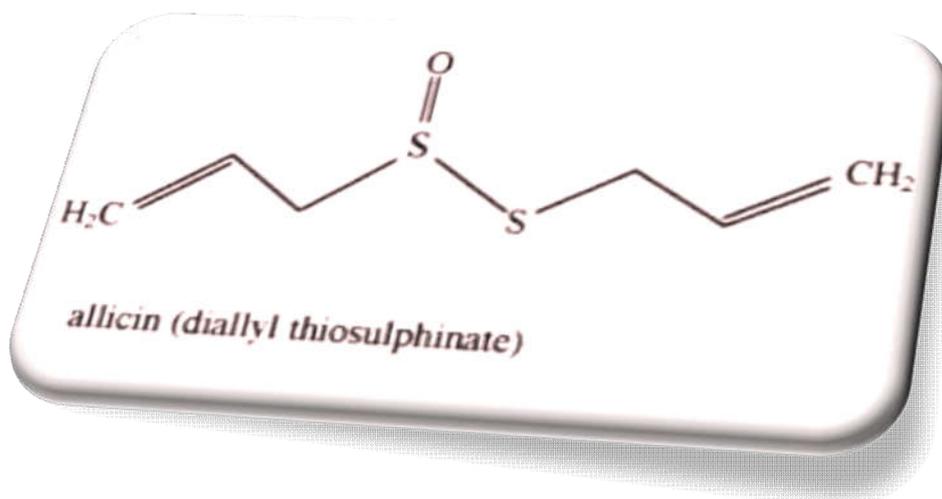


Figure 13: Composé principal de l'ail coupé [28].

D'autres investigations par Stoll et Seebeck montraient que l'allicine est formée par une réaction enzymatique d'un amino-acide, appelé "Alliine" (Jansen et al, 1987), (Shankaranarayana et al. 1982).

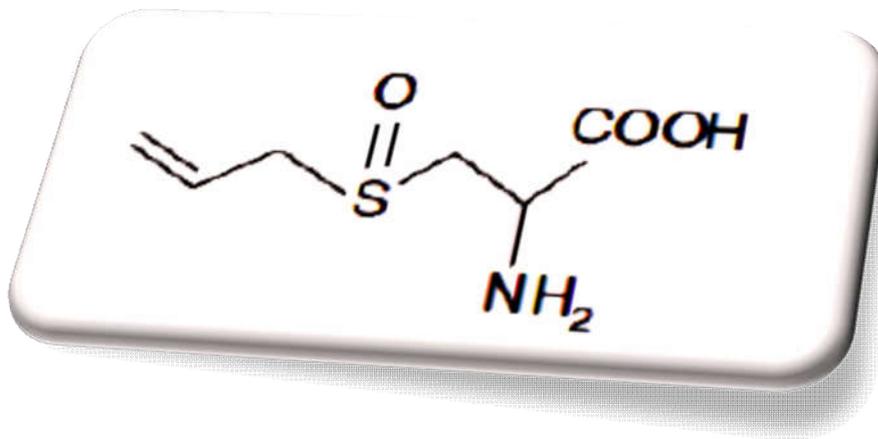


Figure 15 : Structure de l'alliine (Dethier B, 2009).

II.2.10. Utilisations thérapeutique :

L'ail est d'abord utilisé en cuisine pour relever le goût des aliments, mais ses nombreuses propriétés thérapeutiques en font un complément alimentaire prisé. En effet, des qualités antimicrobiennes, antioxydantes, anti-inflammatoires, antitumorales et de prévention du Cancer lui ont été reconnues.

En outre, il aurait le pouvoir d'inhibant la coagulation, de réduire l'hypercholestérolémie et le taux de lipides sanguins, ou encore de faciliter la digestion. L'ail prévient aussi le risque de thrombose et d'athérosclérose.

Enfin, il diminue l'hyperglycémie et la tension sanguine (Silagy C.A et al, 1994), (Bruneton J, 1999).

L'ail était considéré comme une panacée (remède à tous) (SatiadevSeetohul, 1998).



CHAPITRE III

LES EFFETS

PHARMACOLOGIQUE



Introduction :

En attendant que le monde scientifique s'entende sur l'efficacité de l'ail, la meilleure façon de prévenir les maladies non transmissibles (MNT) telles que les maladies cardio-vasculaires, le cancer et le diabète.

(Hosseini A et al 2015), [29].

L'hypertension artérielle (HTA) est définie par une pression artérielle systolique (PAS) ≥ 140 mmHg et/ou une pression artérielle (Xiong XJ et al ,2015).

III.1. Système cardio-vasculaire :

III.1. 1. Effet anti-hypertensif :

Au cours de la dernière décennie, l'ail est devenu l'une des thérapies complémentaires les plus populaires pour le contrôle de la tension artérielle (TA) utilisées par les patients hypertendus Diastolique (PAD) ≥ 90 mmHg **(Mancia G, et al 2013).**

La pression artérielle résulte de la force exercée par le sang sur la paroi des artères **(Poulter NR, et al 2010).**

Semble que le S-allyl cystéine et l'allicine soient les composés soufrés majoritairement responsables de l'activité anti-hypertensive.

Une méta-analyse récente, a identifié 7 essais contrôlés randomisés de 1988 à 2014, incluant 391 patients hypertendus traités ou non versus placebo, avec une durée de traitement allant de 8 à 12 semaines selon l'essai. 6 différents types de préparations à base d'ail ont été utilisés dans ces essais.

Aucun effet indésirable sérieux n'a été notifié. Ces 7 essais randomisés ont tous rapporté une diminution de la tension artérielle sur les 2 chiffres. Néanmoins il existe un manque d'information sur la qualité méthodologique de 4 essais, ce qui a conduit les auteurs de cette méta-analyse à ne rendre une conclusion que sur les 3 autres essais (1 essai datant de 2010 et les 2 autres parus en 2013) : l'ail a diminué de façon significative la pression systolique (- 6.71 mmHg, $p=0.02$) et la diastolique (-4.79 mmHg, $p<0.00001$), comparé au groupe contrôle. Il est à noter que l'ail a exercé son effet anti hypertensif de façon maximale à la fin du traitement. Une durée de traitement minimale de plusieurs semaines est donc nécessaire pour obtenir l'effet hypotenseur **(Xiong XJ et al ,2015).**

Plusieurs mécanismes potentiels apparaissent selon lesquels l'ail exercerait son effet anti hypertenseur :

- ✓ Inhibition de l'enzyme de conversion de l'angiotensine I en angiotensine II, entraînant ainsi une diminution de la vasoconstriction.
- ✓ Amélioration de la production et de l'activité de l'oxyde nitrique (NO).
- ✓ Amélioration de la production de sulfure d'hydrogène (H₂S) qui est un agent vasodilatateur et cardioprotecteur **(Shouk R et al ,2014).**

III.1.2. Antidiabétique :

En effet Le diabète est un dysfonctionnement du métabolisme du sucre dans l'organisme qui va provoquer sa grande accumulation dans le sang (**Santé Diabète, 2012**), [30].

Selon l'OMS le diabète sucré se définit comme hyperglycémie permanente avec une glycémie à jeun supérieure ou égale à 1,26 g/l soit (7mmol) à 2 reprises et ou supérieure ou égale à 2g/l (11mmol) à n'importe quel moment de la journée alors que la glycémie du sujet normal à jeun est entre 0,7-1 g/l ou 3,9-5,5mmol (**Perlemuter G, 2010**) .

L'extrait aqueux d'*Allium sativum* par voie orale pendant 14 jours chez les rats diabétiques par la streptozotocine a considérablement entraîné une diminution de la glycémie. Le produit de référence est glimépride à la dose de 100 mg / kg de dose (**Mostofa M et al ,2007**).

En outre l'extrait aqueux de l'*Allium sativum* à 300mg/kg a donné le meilleur effet hypoglycémiant chez des rats rendus diabétiques avec alloxane. Les effets hypoglycémiantes pourraient représenter un deuxième mécanisme protecteur contre le développement de l'hyperglycémie commun dans le diabète sucré (**Eyo J.E et al ,2011**). La supplémentation d'ail avec un traitement anti diabétique procurerait un meilleur contrôle chez les patients atteints d'un diabète de type 2. L'administration per os d'allicine chez le rat rendu diabétique par alloxane est à l'origine d'une diminution de la glycémie et de l'augmentation dose dépendante de l'activité de l'insuline. De plus, l'action hypoglycémiante de l'extrait d'ail serait due à une augmentation de la production d'insuline. Quant à l'Allicine, elle protégerait l'insuline contre son inactivation (**Goetz, P et al ,2012**).

III.1.3. Effet antiagrégant plaquettaire et diminution de la coagulation sanguine :

L'ajoène, n des composés soufrés de l'ail a démontré son effet antiagrégant plaquettaire en diminuant la formation de thromboxane A₂, un des agonistes de l'agrégation, via une altération du métabolisme de l'acide arachidonique (**Srivastava KC et al, 1993**).

Une étude a également mis en évidence une activité antiagrégant plaquettaire du β -chlorogénine, un composé non soufré, contenu dans un extrait d'ail vieilli (**Allison GL et al ,2006**).

Une étude a montré que la consommation quotidienne de 800mg de poudre d'ail durant 4 semaines chez des patients dont l'agrégation plaquettaire était élevée, permettait la disparition des agrégats plaquettaires spontanés et de diminuer la viscosité du plasma (**Kiesewetter H et al ,1991**).

Une étude in vivo chez des souris a comparé l'effet sur l'agrégation plaquettaire de différentes doses d'ail à des doses d'aspirine (acide acétylsalicylique) sur des Microvaisseaux de pie-mère. La dose 100mg/kg d'ail retarde le délai d'apparition du 1er agrégat plaquettaire de façon comparable aux doses 25 et 50mg/kg d'aspirine (**El-Sabban F et al, 1997**).

III. 1.3. A. Activité antimicrobiennes :

Louis Pasteur, en 1858, était le premier à avoir constaté que l'ail tue les bactéries. Durant la Seconde Guerre mondiale, les Russes, à court d'antibiotiques, utilisaient massivement l'ail, qui fut alors appelé «pénicilline russe» (Shaath NA et al ,1995).

Dans les années 1990, de nombreuses études scientifiques ont porté sur les différents effets thérapeutiques attribués à l'ail.

Les recherches ont permis de démontrer que L'allicine serait responsable du pouvoir antimicrobien de l'ail (Filière des plantes médicinales biologiques du Québec, 2009), [31].

III. 1.3. B. Activité anti bactérienne :

Cette activité se retrouve principalement avec l'huile essentielle d'ail. Ses composés qui possèdent cette activité antibactérienne sont le DADS, le DAS, le DATS et l'Allicine.

L'activité anti bactérienne de l'ail agit sur les bactéries à gram négative et à gram positive incluant certaines espèces comme Escherichia Coli, Salmonella, Staphylococcus, Streptococcus, Klebsiella, Proteus, Bacillus, Clostridium, Helicobacterpylori et Mycobacteriumtuberculosis (Majewski, M. et al ,2014).

En 1996, Cellini et al. Montrent l'inhibition de la croissance bactérienne d'Helicobacterpylori avec un extrait aqueux d'ail.

L'expérience a été réalisée avec 3 souches contrôles de la bactérie, et 16 souches d'H.pylori isolées à partir de biopsies de la muqueuse antrale de patients avec une gastrite chronique ou un ulcère duodéal.

La concentration nécessaire de l'extrait d'ail aqueux pour obtenir l'inhibition bactérienne des différentes souches se situe entre 2,5 et 5mg/ml. La concentration minimale inhibitrice (MIC) qui inhibe 90% des isolats (MIC90) est de 5mg/ml (Cellini L et al ,1996).

Des études in vitro ont été réalisées afin de tester l'effet antibactérien de l'ail sur des bactéries infectant couramment certaines espèces aquatiques d'élevage. Le résultat était positif, montrant un diamètre d'inhibition significativement augmenté contre 2 bactéries Gram positives isolées de crevettes tigrées (Nurtjahyani et al, 2016), et un fort effet antagoniste contre Streptococcus iniae isolé chez des mérours (Guo JJ et al ,2012).

Ou contre Photobacteriumdamselaesubsp. Piscicida isolé chez des poissons cobias (Guo JJ et al ,2015).

III.1.3. C. Activité anti virale :

L'activité anti virale est présente dans les différentes préparations d'ail comme la poudre d'ail, le macérât, l'ail distillé, l'extrait d'ail âgé (Corzomartinez, M et al 2007).

L'ail exerce une activité antivirale sur les herpès simplex virus (HSV) de types 1 et 2, le cytomégalo virus (CMV), les virus à l'origine de la grippe (virus Influenza B (Mehrbood Pet al, 2009).

Le rhinovirus de type 2 responsable de rhumes, ainsi que sur le Molluscum contagiosum (**Josling P et al, 2001**), (**Minker C, 2012**).

Un essai randomisé a été réalisé avec 146 participants. Ils ont été répartis en 2 groupes de 73 volontaires, l'un recevant une capsule d'ail et l'autre groupe un placebo, une fois par jour, durant 12 semaines de Novembre à Février. Le groupe ail était constitué de 32 hommes et de 41 femmes, et 22 hommes et 44 femmes pour le groupe placebo.

88 Durant les 90 jours, les participants ont noté quotidiennement dans un journal leur état de santé sur une échelle de 1 à 5 :

- 5 = bien, pas de symptômes.
- 4 = plutôt bien, pas de perturbations des activités normales, possibles éternuements.
- 3 = peut ressentir l'arrivée d'un rhume, symptômes mineurs.
- 2 = ralentissement, certains symptômes présents.
- 1 = symptômes complets (céphalées, éternuements, rhinorrhée, fatigue).

Un rhume est défini comme un état 3 qui laisse place à un état 2 ou 1.

A la fin de l'essai, il y avait significativement moins de rhumes dans le groupe recevant l'ail par rapport au groupe placebo (24 contre 65, $p < 0.001$). 16 personnes du groupe placebo ont de nouveau développé un rhume, alors que seulement 2 personnes ont été réinfectées dans le groupe ail. De plus les volontaires du groupe recevant l'ail ont mis moins de temps pour guérir (1.52 jours contre 5.01 jours pour le groupe placebo, $p < 0.001$) quand ils ont développé un rhume, avec des symptômes moins sévères.

Le rhinovirus est le plus fréquent des virus responsables de rhumes. L'étude a montré qu'un supplément d'ail contenant de l'allicine peut prévenir la survenue de rhumes ou diminuer la sévérité de ses symptômes (**Josling P et al, 2001**).

III.1.3.d. Activité antioxydantes :

Le terme antioxydant désigne toute substance qui, présente à faible concentration par rapport à celle du substrat oxygène, retarde ou inhibe significativement l'oxydation de ce substrat (**Auberval N, et al, 2010**), (**Coulibaly J et al, 2012**).

L'allixine et le sélénium les composants organiques soufrés solubles dans les lipides et les flavonoïdes, des composés photochimiques antioxydants de l'extraits frais d'ail exerce une action anti-oxydante en piégeant les radicaux libres, ce qui contribue à l'athérosclérose, l'activation du facteur de transcription induite par un oxydant, le facteur nucléaire (NF)-kappa B, qui a une signification clinique humaine dans l'expression du gène du virus d'immunodéficience et athérogenèse (**BOREK C et al, 2001**).

A photograph of various laboratory glassware including test tubes, a beaker, a graduated cylinder, and an Erlenmeyer flask, each containing a different colored liquid. The items are arranged on a reflective surface. The text is overlaid in the center.

Deuxième partie
Partie expérimentale

CHAPITRE IV

MATÉRIELS ET MÉTHODES



Cette étude a été réalisée dans le laboratoire de chimie : Faculté de Sciences de la Matière Université Ibn Khaldoun de Tiaret et le laboratoire de Agronomie, Elle a été divisée en deux parties, dont l'une était consacrée à l'extraction et l'autre à l'étude de l'activité antibactérienne de l'ail.

IV.1. Matériel :

IV.1.1. matériel végétal :

Notre étude a porté sur les bulbes d'*Allium sativum* qui a été acheté au marché sous forme de bulbes frais et qui provenait du marché d'EL Volané de Tiaret (Algérie), ils ont été conservés à l'ombre dans un endroit sec et aéré.



Figure 14 : les bulbes d'*Allium sativum*

IV.1.2. Microorganismes :

L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de la plante étudiée dans le cadre de cette étude a été réalisée en accord avec des méthodes officielles.

Les souches pathogènes cibles sont (Voir annexe II) :

* *Bacillus Subtilis*.

* *Staphylococcus aureus*.

* *Microcoques luteus*.

Elles ont été fournies par le laboratoire d'agronomie de Faculté des sciences de l'agronomie et vétérinaires de l'université Ibn Khaldoun de Tiaret, où elles y ont été isolées, purifiées et identifiées.

Matériel technique et appareillage :

Ballon	1000ml
Bécher	
Boîte de Pétri	
Chauffe ballon	
Disques d'antibiotique.	
Eau physiologique stérile	
Erlenmeyer	
Etuve d'incubation	KOTTERMANN®2712
Réfractomètre	RL2 (Nr 4667) (Voir Annexe I)
Réfrigérant (Voir annexe II)	
Stérilisateur	FN 500
Tube à hémolyse	
Un râteau ou un écouvillon	
Une gélose Mueller-Hinton en boîte de Pétri	
Wise Mix	VM-10(Voir Annexe I)

IV.2. Méthodes

IV.2.1. Analyse chimique

A. Extraction

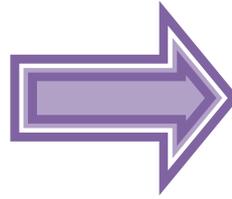
A partir des bulbes d'*Allium sativum* nous avons extrait l'huile essentielle par la méthode d'hydrodistillation. L'extraction a été effectuée au niveau du Laboratoire de Chimie de faculté des sciences de la matière de l'université ibn Khaldoun tiaret.

B. Préparation du matériel végétal

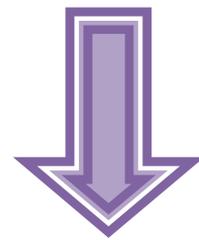
Avant de commencer l'hydrodistillation nous avons procédé à faire macérer notre matériel végétal dans de l'eau distillé : 317.46g de bulbes d'*Allium sativum* ont été écrasés en petits morceaux puis homogénéisés dans 500ml de l'eau distillé à l'aide d'un mélangeur pendant une minute à vitesse moyenne, l'homogénat obtenu est gardé pendant une heure en macération comme le montre la figure 15.



A : 317.46g de bulbes d'Ail



B : Les bulbes d'Ail ont écrabouillement



C : Les morceaux des bulles en macération

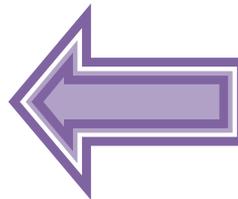


Figure 16 : Préparation du matériel végétal

C. But de la macération :

La macération est nécessaire pour assurer la transformation de l'alliine (constituant major de l'ail frais non stable) en allicine (précurseur principale de l'huile essentielle).

E. Séparation des deux phases :

-Nous avons versé la totalité du distillat dans une ampoule à décanter et le laisser reposer.

-Lorsque les phases sont bien séparées, la phase organique a été récupérée dans des petits flacons.

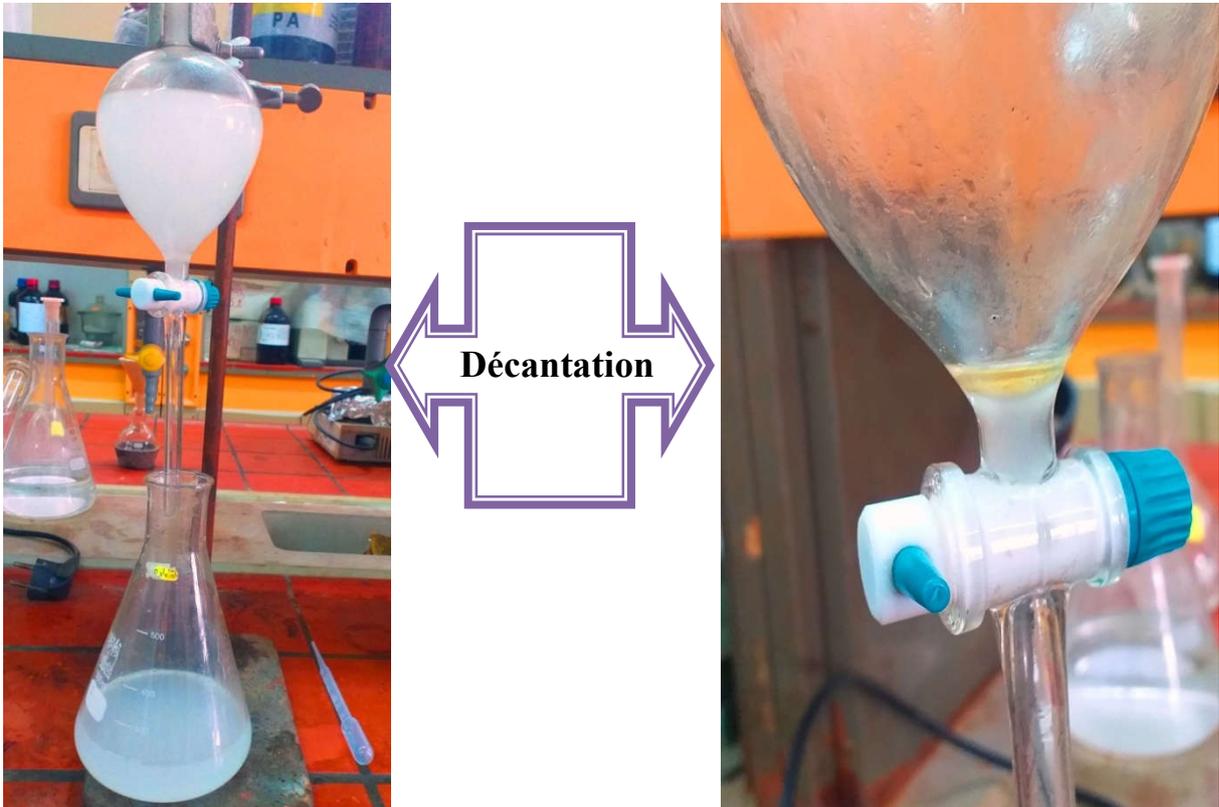


Figure 19 : Décantation la totalité de la distillation

L'huile essentielle séparée de l'eau aromatique est séchée par le sulfate de magnésium anhydre puis conservée à 4°C sous l'abri de la lumière jusqu'à son usage (**Hacisferogullari H et al ,2015**), (**Koba K et al, 2005**).

Calcul du rendement :

Le rendement en huile essentielle est le rapport de la quantité d'huile recueillie après hydrodistillation sur la quantité de la plante à traiter exprimé en pourcentage [32].

Le rendement est calculé par la formule suivante :

$$R = PB / PA \times 100$$

R : rendement de l'huile essentielle en %

PB : quantité de l'huile essentielle en g.

PA : quantité de la plante en g.

IV.2.2. Etude bactériologique

Dans notre travail l'étude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle d'*Allium sativum* a été faite in vitro vis-à-vis de différentes souches : *Bacillus Subtilis* ; *Staphylococcus aureus* et *Microcoques luteus*.

Ces dernières ont été ensemencées sur des milieux sélectifs afin de vérifier leur pureté. Les trois souches ont été repiquées dans le milieu gélosée Mueller Hinton(MH). L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 heures pour avoir une souche jeune (Age de 24h).

Les souches ont été identifiées par le la boratoire d'agronomie Faculté de Sciences de Matière Université Ibn Khaldoun de Tiaret et le laboratoire de Agronomie.

Mode opératoire :

Préparation de la gamme de concentration de l'huile essentielle :

On a une HE de concentration =0.135g /ml.

Une gamme de concentration de notre huile essentielle allant de : 0.135g/ml à 0.0675g/ml a été préparée à partir de la solution mère selon la méthode de dilution en progression géométrique à raison de 2.

Dans un flacon stérile contenant 0.5ml d'alcool éthylique 95% (cette concentration a été choisie après un test préliminaire) (Etant donné que l'huile essentielle est non miscible avec l'eau) nous avons ajouté un volume de 0.5ml de notre huile essentielle. En vue d'obtenir un mélange homogène.

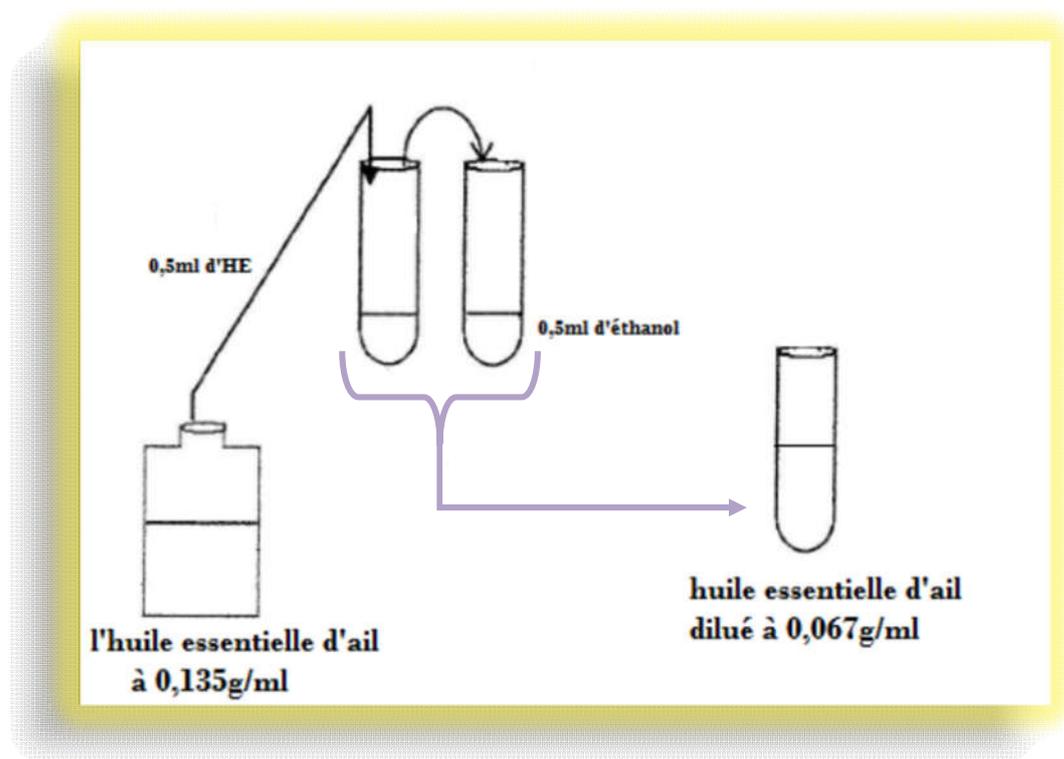


Figure 20 : Préparation de la gamme de concentration de l'huile essentielle

- Préparation de l'inoculum :

A partir d'une culture pure de 18h sur milieu gélose nutritive racler à l'aide d'un écouvillon bien isolées et parfaitement identiques. Décharger l'écouvillon dans 5 à 10 ml d'eau physiologique stérile à 0.9%, bien homogénéiser la suspension bactérienne, son opacité doit être équivalente à 0.5MacFarland c'est-à-dire d'une densité optique (DO) de 0.08 à 0.13 lue à 625 nm (**Standardisation de l'antibiogramme selon l'OMS, 1999**).

Note : L'ensemencement doit se faire dans les 15 minutes qui suivent la préparation de l'inoculum

Ensemencement :

Par écouvillonnage

Couler aseptiquement le milieu de culture gélosé Mueller Hinton(MH) en surfusion, qui est le milieu le plus employé pour les tests de sensibilité aux agents antibactériens ; dans des boîtes de pétri à raison de 20 ml par boîte. Laisser refroidir et solidifier sur la paillasse.

Tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne, l'essorer en le pressant fermement (en le tournant) sur la paroi interne du tube afin de le décharger au maximum. Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée de haut en bas en stries serrées.

Répéter l'opération deux fois en tournant la boîte de pétri à 60°de façon à croiser les stries sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même, finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

Dans le cas où l'on ensemence plusieurs boîtes de pétri, il faut recharger l'écouvillon à Chaque fois.

Application des disques d'antibiotiques :

-A l'aide d'une pince stérile, déposer sur la boîte de pétri en appuyant légèrement un disque de papier Wathman de 6mm de diamètre stérile. Veiller à ne pas chauffer les disques par la pince flambée. Ne pas mettre plus de 6 disques d'antibiotiques sur une boîte de 90 mm de diamètre.

-Les disques mouillés dans les solutions le huile essentielle concentré (HEC), l'huile essentielle dilué (HED) d'ail placé à la surface de la boîte de pétri, un disque imprégné d'éthanol absolu a été placé pour servir de témoin.

-Incuber à 37° C pendant 18 à 24 h.

Note : tous les essais ont été répétés trois fois.

Lecture et interprétation :

Mesurer en millimètre avec précision les diamètres des zones (voire annexe) d'inhibition à l'aide d'un pied à coulisse métallique mais à défaut se munir d'une règle double décimètre à l'extérieur de la boîte fermée et comparer ces résultats aux valeurs critiques (**Soussy C J. 2004**).

Classer la bactérie dans l'une des catégories : sensible, intermédiaire et résistante (**Andrews J.M. 2001**).

- Non sensible (-) ou résistante : diamètre <8mm.
- Sensible (+) : diamètre compris entre 9 à 14mm.
- Très sensible (++) : diamètre compris entre 15 à 19mm.
- Extrêmement sensible (+++) : >20mm.

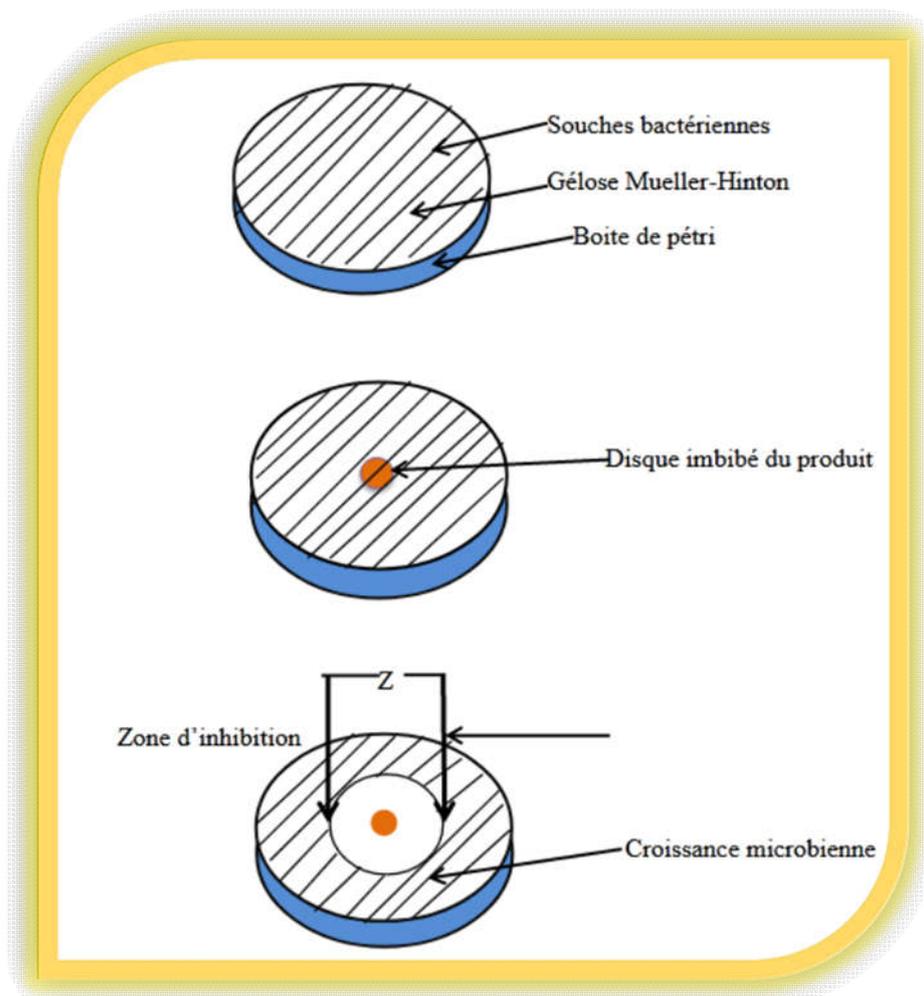


Figure 21 : Illustration de la méthode des aromagrammes sur boîte de pétri (**Zaika, L. L, 1988**).

CHAPITRE V

RESULTATS ET DISCUSSION

V.1. Résultats de l'analyse chimique :

Calcul du rendement :

L'hydro distillation des bulbes d'*Allium sativum* provenant du marché de vollane de la wilaya de Tiaret a donné un rendement en huile essentielle égal à 0.08%. Nous remarquons que la plante présente un rendement faible en huile essentielle ce qu'il nous a fallu de faire l'hydro distillation à une quantité intéressante des bulbes (1kg) pour avoir une quantité d'huile suffisante à notre travail.

V. 2. Etude de l'activité antibactérienne :

V. 2. 1. La souche *Staphylococcus aureus* :

Cette bactérie a montré extrême sensibilité vis-à-vis l'éthanol et l'HEC d'ail, elle est sensible à l'HE.D d'ail.

Tableau 5: Diamètres d'inhibitions des extraites testés et l'éthanol *S.aureus*.

Les solutions testent	Sensibilité	Inhibition Ø (m)
HE.C	Extrêmement Sensible (+++)	21,56
HE.D	Sensible(+)	9,75
Ethanol	Extrêmement Sensible (+++)	24

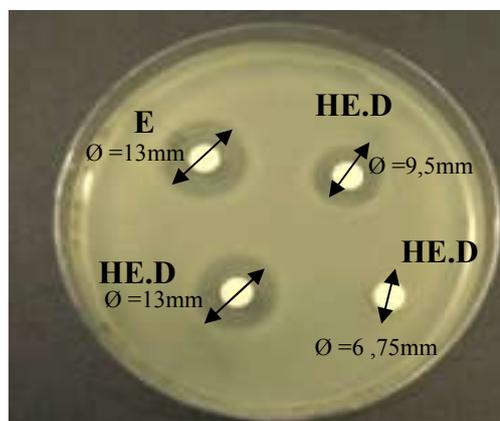
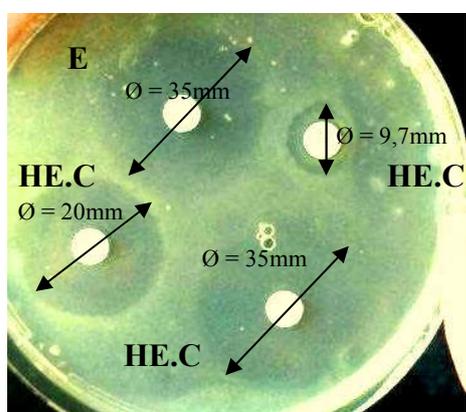


Figure 22 : effet des trois solutions sur la souche *S.aureus*

Les résultats obtenus ont montré que la souche *S.aureus* avait une extrême sensibilité vis-à-vis l'éthanol avec un diamètre d'inhibition de 24mm et aussi avec l'HE.C de diamètre d'inhibition de 21,56mm. Pour l'HE.D, elle en était sensible avec un halo d'inhibition de 9,75mm. Il a été constaté ici que l'éthanol était plus actif vis-à-vis de la souche *S.aureus* par rapport à différentes concentrations d'HE d'ail.

V. 2.2. La souche *Bacillus Subtilise* :

Cette souche a également présenté une sensibilité qu'a l'HE.C et à l'HE.D, elle était très sensible à l'éthanol.

Tableau 6: Diamètres d'inhibitions des extraites testés et l'éthanol B.subtilise

Les solutions testent	Sensibilité	Inhibition Ø (mm)
HE.C	Sensible (+)	10,86
HE.D	Sensible (+)	9,46
Ethanol	Très Sensible (++)	16,5

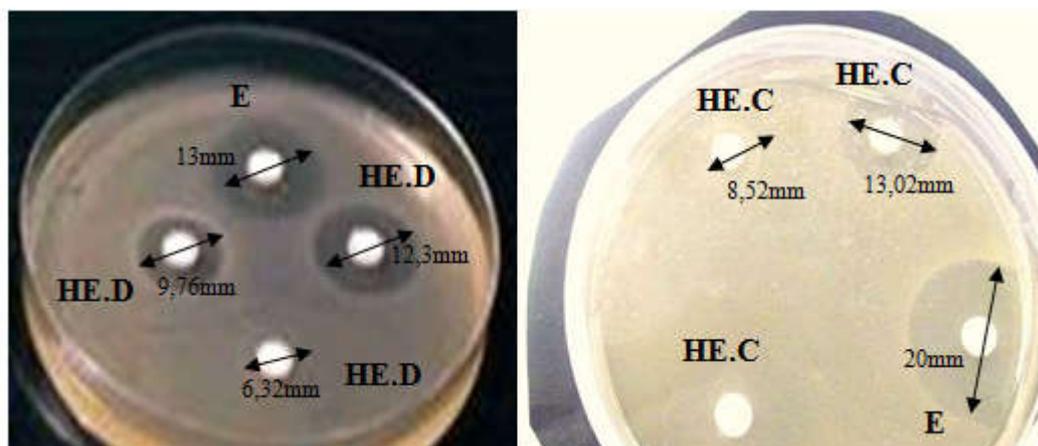


Figure 23: effet des trois solutions sur la souche B.subtilise

Les résultats obtenus ont montré une sensibilité de la souche vis-à-vis d'HE.C avec une auréole d'inhibition de 10,86 mm de même pour l'HE.D avec un diamètre d'inhibition faible 9,46mm, elle a été aussi très sensible à l'éthanol avec un diamètre d'inhibition 16,5mm. Les solutions testées avaient une activité antibactérienne très importante sur la souche B.subtilise.

V. 2. 3. La souche Microcoques luteus :

Cette bactérie a présenté une forte sensibilité avec l'HE.C et l'éthanol. Elle était résistante vis-à-vis à l'HE.D.

Tableau 7: Diamètres d'inhibitions des extraites testés et l'éthanol Microcoques luteus

Les solutions testent	Sensibilité	Inhibition Ø (mm)
HE.C	Extrêmement Sensible (+++)	23,15
HE.D	Résistante (-)	6,69
Ethanol	Extrêmement Sensible (+++)	23,35

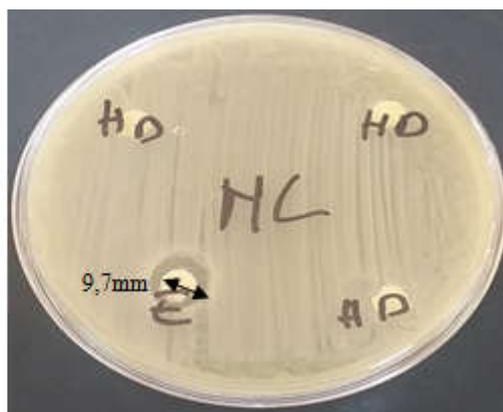
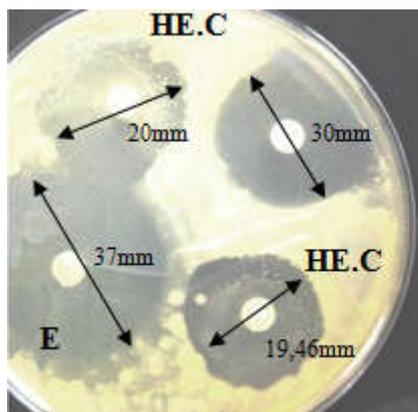


Figure 24: effet des trois solutions sur la souche *Microcoques luteus*

Les résultats obtenus ont montré que la souche *Microcoques luteus* s'était avérée extrêmement sensible vis-à-vis de l'HE.C avec un diamètre d'inhibition de 23,15mm, même Pour l'éthanol qui avait une diamètre assez important de 23,35mm, et d'aucune inhibition pour l'HE.D.

A titre comparatif, le HE.C et l'éthanol ont montré une activité antibactérienne plus élevées par rapport aux le HE.C.

V.3. Discussion :

Les résultats obtenus ont montré que la souche *Microcoques luteus* s'était avérée extrêmement sensible vis-à-vis de l'HE.C avec un diamètre d'inhibition de 23,15mm, même pour l'éthanol qui avait un diamètre assez important de 23,35mm, et d'aucune inhibition pour l'HE.D. Pour le *Staphylococcus aureus* les diamètres d'inhibitions étaient de 24mm, 21,56mm et de 9,75mm pour l'éthanol, l'huile essentielle pure et l'huile essentielle diluée respectivement.

La plus faible activité des échantillons avait été remarquée sur *B.subtilis* avec le plus grand diamètre pour l'éthanol (16,5mm), cela veut dire que cette bactérie est résistante vis-à-vis de notre huile essentielle.

A titre comparatif, le HE.C et l'éthanol ont montré une activité antibactérienne plus élevée par rapport aux HE.D.

D'après les résultats de ces travaux nous pouvons dire que la zone d'inhibition d'une huile essentielle peut être affectée par sa volatilisation, sa solubilité et par son degré de diffusion dans la gélose. Ceci peut donc expliquer les faibles zones d'inhibition révélées dans nos résultats.

La thérapie des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques dont la prescription à grande échelle et/ou parfois inappropriée de ces agents antibactériens peut entraîner la sélection de souches bactériennes multirésistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers les plantes médicinales qui constituent une source de nouvelles molécules à activité antibactérienne afin de limiter l'apparition de ce phénomène de multirésistance (**Larousse, 2001**).

L'usage d'extraits de plantes contenant des constituants bioactifs est devenu une approche très importante dans la médecine préventive, parmi ces extraits naturels les huiles essentielles commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives notamment dans le traitement des maladies infectieuses (**Bouhdid S et al, 2006**).

Au cours de dernières décennies, les chercheurs ont publié plus de 2000 travaux scientifiques (**Le François, 2006**), portant sur le potentiel thérapeutique de l'ail (*Allium sativum*L) qui est l'une des plantes les plus répandues dans la médecine traditionnelle et la plus largement citée dans la littérature pour ses propriétés médicinales.

L'huile essentielle d'*Allium sativum* constitue l'extrait le plus connu principalement par son pouvoir antibactérien qui est attribué notamment aux composés sulfidés qu'elle contient (**Camille, 1998**).

C'est dans le souci de valoriser la plante aromatique *Allium sativum* dans notre pays que nous avons jugé important d'étudier dans le cadre de ce travail le pouvoir antibactérien vis-à-vis de différentes souches *Bacillus Subtilis*; *Staphylococcus aureus* et *Microcoques luteus*; des bactéries qui causent souvent des problèmes vu leur résistance intrinsèque à plusieurs agents antibactériens et leur grande capacité à acquérir de la résistance au cours de l'antibiothérapie.

Chapitre V

Résultats et discussion

Dans notre travail, l'huile essentielle utilisée a été extraite à partir des bulbes de la plante *Allium sativum* par la méthode d'hydrodistillation, cette dernière nous a permis de récupérer un rendement en huile essentielle de 0.08%, elle est très faible en comparaison d'une part, avec celui obtenu par **Hacisferogullari H et al en 2005**, qui est de 0.14%, cette équipe a porté également sur la plante d'*Allium sativum* originaire de Turquie .Et d'autre part, Fort avec celui obtenu par **Khadri.S En 2009**, qui est de 0.09%, Le faible rendement obtenu dans ce travail peut être expliqué par l'influence de la région d'origine et la nature de la plante sur la sécrétion de l'huile essentielles ou encore il est dû au protocole d'extraction

Des études qui ont été réalisées par (**Ross Z.M et al en 2001**) .sur l'activité de l'huile essentielle d'*Allium sativum* de la région de l'Inde vis-à-vis des bactéries entériques humain par la méthode de diffusion ont montré que l'inhibition des bactéries a été limitée seulement que pour celles qui ont été juste autour de disque ceci a été traduit par des zones d'inhibition immesurables résultant de l'activité de la vapeur de l'huile essentielle non plutôt de l'huile elle-même, ceci a été expliqué par l'absence d'une diffusion de l'huile dans la gélose à cause de sa nature hydrophobe et l'absence d'un émulsifiant qui va favoriser au moins un peu la diffusion de l'huile comme nous avons fait dans notre travail c'est pour cela que nous avons eu de différence avec leur résultat.

Conclusion générale :

L'ail est connu et utilisé depuis des millénaires dans le monde entier comme condiment mais aussi comme remède pour de multiples applications médicales.

Allium sativum est une plante herbacée de la famille des Amaryllidacées d'après la classification APGIII.

La composition chimique de l'ail est variée et contient des molécules particulières : les composés soufrés. Ils confèrent l'odeur et la saveur caractéristiques de l'ail. C'est à eux que l'on doit les propriétés promotrices pour la santé.

Dans ce travail il a été procédé à l'extraction de l'huile essentielle de l'ail par hydrodistillation.

Le rendement de l'extraction était faible.

L'activité antibactérienne de l'huile essentielle de l'ail a été étudiée sur trois souches : *Staphylococcus aureus*, *Bacillus Subtilis* et *Microcoques luteus*. Les résultats ont montré un bon effet antibactérien de l'huile essentielle concentrée et de l'éthanol sur *Staphylococcus aureus* et *Microcoques luteus*. Par contre *Bacillus Subtilis* se trouve résistant vis-à-vis de l'huile essentielle.

Afin de compléter ce travail, on propose une caractérisation de l'huile essentielle par la détermination de l'indice de réfraction, le pouvoir rotatoire, l'indice d'acide, d'ester et de saponification.

De faire une analyse chromatographique en phase gazeuse associée à une spectroscopie de masse afin de connaître la composition exacte de l'huile essentielle en molécules biologiques actives.

Référence :

A

Abdelouaheb Djilani and Amadou Dicko, the therapeutic benefits of essential oils, Badji mokhtar.

Annaba University, Metz University, France, p155, 2012.

A. Zhiri - D. Baudoux, huiles essentielles chémotypées et leurs synergies, 2-91990527-9, éditeur responsable : Inspir development S.A, p12, 2005.

Alessandra Moro Buronzo, grand guide des huiles essentielles santé beauté bien-être, 978-2-0123-7362-4, p22 ,2008.

Arnaud, les différentes techniques pour obtenir des huiles essentielles, le blog soin et nature, 2016.

Anne Huete, huiles essentielles pour tous les jours, 978-2-8160-0241-6, directeur éditorial : hervé chaume on, imprimé en slovaquie par impression world spol.s.r.o, p38, 2013.

Anatomie d'un plant d'ail © (illustration originale de Jim Anderson, utilisé avec permission spéciale de Filaree Productions©1991 ; traduction Nature-Ail©2018.

Allison GL, Lowe GM, Rahman K. Aged garlic extract and its constituents inhibit platelet aggregation through multiple mechanisms. J Nutr; 136(three Suppl):782S - 788S, 2006.

Auber Val N, 2010, Prévention du stress oxydant dans le diabète et complications d'origine naturelle, Thèse en Sciences de l'Université de Strasbourg, Ecole doctorale des sciences de la vie et de la santé, p258 ,2010.

B

Boutayeb Abdelilah, étude bibliographique sur les huiles essentielles et végétales, Université Ibn Tofail, 2013.

Boukha tem Mohamed Nadjib, Ferhat Amine et kameli Abdelkrim, méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles, revue de littérature, revue agrobiologia, p1656, 2019.

Bazizi Marwa, extraction d'huile essentielle de l'espece vegetale salvia officinalis l. par hydro distillation : caractérisation physicochimique et modélisation paramétrique, université badji mokhtar-annaba, p12, 2017.

Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D. ET Idaomar M. biological affects of essential oils a review. Food and chemical toxicology, p448, 2008.

Bruneton J.Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Techniques et Documentations La voisier, 1999.

Borek C, 2001, Effets antioxydantes de l'extrait l'ail sur la santé des personnes âgées, Journal Nutrition, Boston, USA.

C

Corzomartinez, M, Corzo, N, Villamiel, M, Biological properties of onions and garlic. Trends in Food Science & Technology, vol 18, p 609–625, 2007.

Cellini L, Campli ED, Masulli M, Bartolomeo SD, Allocati N. Inhibition of Helicobacter pylori by garlic extracts (*Allium sativum*). FEMS Immunol Med Microbiol ; p 13(4) :273-7, 1996.

Coulibaly J, Etude de la chimie et de l'activité antiradicalaire des fruits de deux espèces d'aubergine : *Solanum melongena* L. et *Solanum aethiopicum* L, Mémoire de DEA Biochimie des sciences naturelles, FAST, Bamako, p 70, 2012.

D

Danièle Festy, pharmacienne, huiles essentielles le guide visuel, aux éditions quotidien malin, 978-2-84899-679-0, p8, 2013.

Danièle Festy, Pharmacien les huiles essentielles ça marche, Leduc.S éditions pour l'édition au format pub ,978-2-84899-858-9, version numérique de l'édition imprimée, 978-2-84899-316-4,2011/2009.

Danièle festy - Isabelle pacchioni, guide de poche d'aromathérapie. 48 huiles essentielles pour se soigner en toute simplicité, 979-10-285-0286-7, p11, 2016.

Danièle Festy, ma bible des huiles essentielles, aux éditions Quotidien Malin, Leduc Editions, p16 ,2014.

Dupont F, Guignard J-L. Botanique: les familles de plantes. 15-ème- éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson, p 300, 2012.

Deboise, D.L'ail, histoire, culture, chimie, actions pharmacologiques, utilisations. Thèse : Pharmacie : Lille : 2001.

Dethier B. Contribution à l'étude de la synthèse de l'alliine de l'ail [Travail de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de master bioingénieur en chimie et bio-industries]. Université de Liège ; p106, 2009.

E

European scientifique coopérative on phytothérapie (ESCOP).

E. Bénéteaud, Les techniques d'extraction, Comité Français du Parfum, p7, 2011.

Eyo J.E, ozougure J.C., P.C.ECHI, Hypoglycaemic effects of *Allium cepa*, *Allium sativum*, and *Zingiber officinale* queue extracts on Alloxane induced Diabetic rattus Novergicus, Medical Journal of Islamic World Academy of Sciences, p 121-126 , 2011.

El-Sabban F, Radwan GMH. Influence of garlic compared to aspirin on induced photothrombosis in mouse pial microvessels, in vivo. Thromb Res ; 88(2) : p 193-203, 1997.

F

François Tournay, pharmacien expert en aromathérapie. Découvrez les principales huiles essentielles, p7. 2011.

Farid Chemat, Marie E. Lucchesi, extractions assistées par micro-onde des huiles essentielles et des extraits aromatiques, La boratoire de Chimie des Substances naturelles et des sciences des aliments faculté des sciences et technologies, Université de la Réunion, p86, 2005.

Filière des plantes médicinales biologiques du Québec. *Allium sativum*, Guide de production sous régie biologique Edition, 2009.

G

Guide des plantes qui soignent, édition Vidal, 2010.

Goetz, P, Ghédira, K., Phytothérapie anti-infectieuse, Collection phytothérapie practice. Springer, Paris, 2012.

Guo JJ, Kuo CM, Chuang YC, Hong JW, Chou RL, Chen TI. The effects of garlic-supplemented diets on antibacterial activity against *Streptococcus iniae* and on growth in orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*. *Aqua culture*; p364–365:33-8, 2012.

Guo JJ, Kuo CM, Hong JW, Chou RL, Lee YH, Chen TI. The effects of garlic-supplemented diets on antibacterial activities against *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* and *Streptococcus iniae* and on growth in *Cobia*, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*. One; p435:111-5. 2015

H

Hussein A. et Hosseinzadeh H. A review on the affects of *Allium sativum* (Garlic) in metabolic syndrome. *JEndocrinolInvest*; 38: p1147-1157, 2015.

Haciseferogullari H, Ozcan M, Demir F, Calisir S. Some nutritional and Technological properties of garlic. *Journal of Food Engineering*; 68: p 463-469, 2005.

I

Iness Bettaieb Rebey et al, techniques conventionnelles et innovantes pour l'extraction de biom les techniques d'extraction molécules à partir des plantes, universités de liège, p15, 2018.

J

Jaouad Bouayed, the therapeutic benefits of essential oils, nutrition, wellbeing and health, 978-953-51-0125-3, p 156, 2012.

J. Bruneton, Pharmacognosie, photochimie, plantes médicinales (4e ed.), 2743019042, 9782743019044, Editions Lavoisier, 2009.

Jacques Kaloustian Francis Hadji-Minaglou, la connaissance des huiles essentielles, qualilogie et aromathérapie entre science et tradition pour une application médicale raisonnée, 978-2-8178-0308-1 springer paris berlin heidelberg new york, p20, 2012.

Jean-Michel Hurtel (2001).L'ail *allium savitum*. Plantes et médecine.

Josling P. Preventing the common cold with a garlic supplement: a double blind, placebo-controlled survey. *Adv There*; 18(4):p189-93, 2001.

K

Kiesewetter H, Jung F, Pindur G, Jung EM, Mrowietz C, Wenzel E. Effect of garlic on thrombocyte aggregation, microcirculation, and other risk factors. *Int J Clin Pharmacol*; 29(4): p151-5 , 1991.

Koba K, Sanda K, Raynaud C, Nenonene Y.A, Millet J, Chaumont J.P. Activités antibactériennes des huiles essentielles de trois *Cymbopogon* Sp. Africains vis-à-vis de germes pathogènes d'animaux de compagnie. *Ann. Méd. Vêt* ; 148 : p202-206 ,2005.

L

Laurent Julia, Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine, Université Paul Sabatier Toulouse III Faculté des sciences pharmaceutiques, p13, 2017.

Leblond, N, Les *Allium* de Midi-Pyrénées, Conservatoire botanique pyrénéen. *Isatis* n°6, 2006.

Lilia L., Méndez L., François C. Effect of temperature cycling on allinase activity in garlic. *Food Chemistry*; 111: p 56-60, 2008.

M

Maëlle Rullière, Alexia Porraz, Conseils en aromathérapie à l'officine : création d'un site internet destiné aux pharmaciens d'officine, HAL Id : dumas-01225165, p 19 ,2015.

Melinda Wilson, huiles essentielles pour la cuisine et le bien-être, bibliothèque et archives nationales du Québec, p180, 2010.

Marie-Charlotte Rivet Bonjean. Les variétés d'ail, Publiée 04/06/2018 Mis à jour le 04/06/2018.

Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, Redon J, Zanchetti A, Bohm M, et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *J Hypertens*; 31(7):p1281-357, 2013.

Mostofa M , Houdhury E.C, Hossain M.A, Islan M.Z ,Islan S, and Sumon M.H, Antidiabetic effect of *catharanthus roseus*, *Azadirachta Indica* , *Allium sativum* and Grimepride in experimetally diabetic induced rat, *Journal Vet. Med, Bangladesh*, Vol 5, P 99-102, 2007.

Majewski, M., *Allium sativum*: facts and myths regarding human health. *RocznikiPanstwowego Zakla du Higieny Journal Impact Factor*, vol 65, p 1–8, 2014.

Mehrbod P, Amini E, Tavassoti-Kheiri M. Antiviral Activity of Garlic Extract on Influenza Virus. *Iran J Virol* ; 3(1) :19-23, 2009.

Minker C. Ail et autres alliées : un concentré de bienfaits pour votre santé, votre beauté et votre jardin. Eyrolles. Paris : Eyrolles : p157, 2012.

Miron T, Wilchek M., Sharp A, Nakagawa Y, Naoi M, Nozawa Y, Akao Y, 2008.

N

Nataly Ferland, comment choisir une huile essentielle, le blog l'armoire épicerie santé, 2016.

Nelly Grosjean, l'aromathérapie tout simplement, éditeur eyrolles 1ère édition p53, 2011.

O

Omar, S.H, Garlic and Cardiovascular Diseases. Natural Products, p 3661–3696, 2013.

P

Présentation de l'ail photo biophyto-pharma.

Poulter NR, Prabhakaran D, Caulfield M. Hypertension. Lancet ; 386(9995) :p801-12, 2015 .

S

Sahraoui, Les huiles essentielles, UN1901-Laboratoire de pharmacognosie, 2014/2015.

Sandrine Mariani, Le petit atelier des huiles essentielles saison par saison se soigner naturellement en alliant efficacité et sécurité, blog de Sandrine, p12, 2016.

Sendl A. Allium sativum and Allium ursinum : Part 1 Chemistry, analysis, history, botany. Phytomedicine. ; 1(4) :p323-39, 1995.

Shankaranarayana ML, Raghavan B, Abraham KO and Natarajan CP, Sulphur Compounds in Flavours. In Morton ID and Macleod AJ (Ed) Food Flavours, part A Introduction Elsevier Scientific Publishing Company, 1982.

Satiadev Seetohul. L'ail condiment et médicament. Prosi Magazine –N° 351, 1998.

Shouk R, Abdou A, Shetty K, Sarkar D, Eid AH. Mechanisms underlying the antihypertensive effects of garlic bioactives. Nutr Res ; 34(2) :p106-15, 2014.

Santé Diabète, 2012.

Srivastava KC, Tyagi OD. Effects of a garlic-derived principle (ajoene) on aggregation and arachidonic acid metabolism in human blood platelets. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids ; 49(2) :p587-95, 1993.

Shaath NA, Flores FB, Osman M, Abd-El Aal M. The essential oil of Allium sativum L, Liliaceae (Garlic). In Charalambous G (Ed.), Food Flavors : Generation, Analysis and Process Influence, Elsevier Science, 1995.

Suleria HAR, Butt MS, Khalid N, Sultan S, Raza A, Aleem M, et al. Garlic (Allium sativum) : diet based therapy of 21st century—a review. Asian Pac J Trop Dis ; 5(4):p271-8 , 2015 .

Senninger F. L'ail et ses bienfaits. Saint-Julien-en-Genevois ; Genève-Bernex : Editions Jouvence ; 94p, 2009.

Silagy C.A, Neil H.A. A meta-analysis of the effect of garlic on blood pressure. Journal of Hypertension, 12(4) :p 463-468, 1994.

T

The Rodale Herb Book. William S. Hylton, Ed, Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania, p 653, 1987.

Tredoulat T. Cultiver l'ail avec la lune [Internet]. Rustica. [Cité 13 oct 2015]. Disponible sur : <http://www.rustica.fr/articles-jardin/cultiver-l-ail-avec-lune-legume-racine,6529.html>.

Trefeil, N, L'ail (Allium sativum) : Botanique, composition chimique, propriétés antioxydantes .Thèse : Pharmacie : Limoges : 1997.

V

USDA. Garlic origins. United States Department of Agriculture (USDA) Medicinal Plant Database, 2006.

UMM.University of Maryland Medical Center.2004.

V

Velé Hélène, valorisation officinale des huiles essentielles autorisées dans les phytomédicaments, p44 ,2014-2015.

W

WHO (World Health Organization). WHO Monographs on selected medicinal plants. Vol. 1. WHO : Genève, 1999.

William S. Hylton, Ed., Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania, the Rodale Herb Book. p653, 1987.

X

Xiong XJ, Wang PQ, Li SJ, Li XK, Zhang YQ, Wang J. Garlic for hypertension: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Phytomedicine* ; 22(3):p35261, 2015.

Z

Zaika, L. L. "Spices and Herbs -Their Antimicrobien Activity and Its Determination «Journal of Food Safety, 9-2: p97-118, 1988.

Site internet

[1] <http://www.intechopen.com/books/nutrition-well-being-and-health/the-therapeutic-benefits-of-essential-oils>).

[2] <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01225165>.

[3] http://www.pranarom.com/aromatherapie-scientifique/pranarom-huile_essentielle.

[4] Blogwww.aromalin.com.

[5] <http://aromatherapie-tpe1.e-monsite.com/pages/ii-principes-actifs-et-extraction-des-huiles-essentielles.html>.

[6] <http://tpe-parfum-2009-2010.e-monsite.com/pages/fabrication-du-parfum/par-hydrodistillation.html>.

[7]<http://www.cfaitmaison.com/sante/faire-huiles-essentielles.html>.

[8] <http://tpejbs2012.canalbog.com>.

[9]<http://tpe-huile-essentielle2013.e-monsite.com/pages/i-1/cat-5>.

[10] chemat@univ-reunion.fr

- [11] <http://tpe-huile-essentielle.e-monsite.com/pages/i-les-differents-procedes-d-extraction-d-une-huile-essentielle/1-extraction-par-micro-ondes.html>.
- [12] www.sciencedirect.com.
- [13] Blog: www.danielefesty.com.
- [14] www.danielefesty.com.
- [15] <https://www.aujardin.info/services/auteurs.php>.
- [16] Garlic. [Http://www.umm.edu/altmed/ConsHerbs/Garlicch.html](http://www.umm.edu/altmed/ConsHerbs/Garlicch.html).
- [17] www.rustica.fr/articles-jardin/cultiver-l-ail-avec-lune-legume-racine,6529.html.
- [18] <https://www.plantearomatique.com/nos-plantes/512-ail-de-naples-3.html>.
- [19] <https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-3002-synthese>.
- [20] <https://plantes-sauvages-comestibles.com/lail-des-vignes-de-la-ciboulette-en-libre-service>.
- [21] <https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-3167-synthese>.
- [22] <https://www.pinterest.com.au/pin/227009637442425437/>
- [23] Allium sphaerocephalon (ail à tête ronde) #allium #ail #ornement #massif #jardin #chardon #ail Amaryllis Amalfi - Christmas Flowering Single Amaryllis
<https://www.pinterest.com/pin/374995106467414400/>
- [24] <http://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/ail/que-contient-lail>.
- [25] <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=194293>.
- [26] <http://www.phytomania.com/ail.htm>.
- [27] <http://santedoc.com/medecine/alternative/aromatherapie/huile-essentielle-d-ail.html>.
- [28] http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/41218/1/battisti_microbiology.pdf
- [29] <https://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/fr/>
- [30] www.Santediabète.org
- [31] <http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/documents/guide-ail.pdf>
- [32] Document GDS61 MCD 2012.
- [33] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zeiss_refractometer_open.jpg?uselang=fr
- [34] <https://www.abcclim.net/refractometre.html>
- [35] <https://healthmanagement.org/products/view/hot-air-laboratory-drying-oven-natural-convection-with-sterilizer-5-degc-250-degc-22-120-l-fn-300-fn-400-fn-500-nuve>.
- [36] <https://www.medicaexpo.fr/prod/nueve/product-69565-608299.html>.
- [37] <https://www.witeg.de/en/products/laboratory-equipment/mixing-shaking/vortex-mixer/vortex-mixer-vm-10-orbital-motion>.
- [38] <http://www.pmi-labortechnik.ch/wisemix-p-70.html?language=en>
- [39] <https://www.bsilab.com/biochrom-libra-s6-visible-spectrophotometer>.
- [40] <https://www.serlabo.fr/fr/type-d-appareils/405-libra-s6.html>.
- [41] <https://www.com/products/mmm999/6-inch-150mm-electronic-mini-digital-calipers>.
- [42] https://fr.made-in-china.com/co_laboa/product_Vertical-Steam-Sterilizer-Autoclave-Manufacture_ennehsoey.html.
- [43] <https://www.amazon.fr/Cxp-Boutiques-temp%C3%A9ratures-st%C3%A9rilisation-dexp%C3%A9rience/dp/B07RP92FFY>.
- [44] <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.61.080706.093445>
- [45] <https://www.indiamart.com/proddetail/bacillus-subtilis-4997097462.html>

[46] JP, Flandrois, Bactériologie Médicale. Coll Azay, Puf, 2000.

[47] <https://www.antibio-responsable.fr/bacteries/staphylocoque-dore>.

[48] www.bacteriainphotos.com.

[49] Fact Sheet: Micrococcus luteus, Wickham Laboratories @Wickham Labs,

[50] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Micrococcus_luteus_colonies_on_TSA.jpg.

Annexe I

Réfractométrie :

Un réfractomètre est un appareil qui mesure l'indice de réfraction d'une substance, ce qui permet d'analyser un échantillon liquide ou solide afin de déterminer son identité, sa pureté ou sa concentration.

Cette technique appelée la réfractométrie s'appuie sur un phénomène physique, la lumière ne se déplace pas à la même vitesse suivant la substance qu'elle traverse.

En effet chaque échantillon pur ou mélange de substance possède un indice spécifique de réfraction de la lumière, ce qui permet d'identifier, de quantifier cette substance [32].



Figure 24 : Réfractométrie [33].

Utilisation d'un réfractomètre pour huile frigorifique :

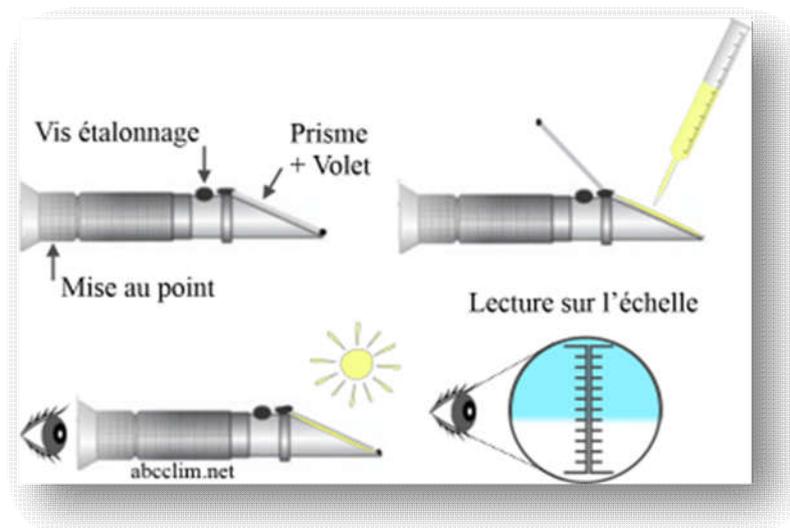


Figure 25 : le méthode d'utilisation d'un réfractomètre [34].

*Procédure d'étalonnage (si non étalonné d'usine) rendre le prisme parfaitement propre.

- *Déposer quelques gouttes de produit d'étalonnage fourni avec le réfractomètre.
- *Rabattre le volet sur le prisme, en exerçant une petite pression de façon que le produit soit étalé de manière uniforme et sans bulles d'air.
- *Attendre quelques secondes que le produit soit à la même température que le prisme.
- *Exposer le réfractomètre à la lumière puis regarder à travers l'optique.
- *Noter l'indice de réfraction, si celui-ci n'est pas identique à l'indice du produit d'étalonnage fourni dans la documentation ajusté avec la vis de réglage.

Mesure d'un échantillon d'huile frigorifique

- *La procédure est identique à celle de l'étalonnage de l'appareil, en remplaçant bien sûr le produit d'étalonnage par un échantillon d'huile, exposer le réfractomètre à la lumière puis regarder à travers l'optique et noter l'indice lu sur l'échelle.
- *Si le rendu n'est pas net utiliser la molette de mise au point.
- *Réglage et lecture de la mesure.

FN 500 Stérilisateurs à air sec :

tailles : 120 litres.

- Plage de température : Température ambiante :
+ 5 ° C / 250 ° C.
- Conçu pour la stérilisation, le séchage et le chauffage.
- Système de contrôle par microprocesseur PID programmable.
- Panneau de commande facile à utiliser avec affichage numérique de la température et de l'heure.
- Minuterie de démarrage différé.
- Excellente uniformité et stabilité de la température grâce à une isolation de haute qualité et un système de contrôle par microprocesseur.
- Chambre en aluminium oxydé anodique pour les modèles standard ; chambre en acier inoxydable pour les modèles "P".
- Répartition très homogène de la température obtenue par convection naturelle de l'air pour les modèles standards et par ventilation forcée pour les modèles "P".
- Faible perte de température grâce à la pression de la porte fermement et fermement contre le joint de la chambre.
- Orifice de sortie pour l'épuisement des vapeurs.
- Thermostat de sécurité de série [35].



Figure 26 : FN 500 Stérilisateurs à air sec [36].

Wise mix vm-10 :

Fonctionnalités :

0 à 3 300 tr / min.

mouvement orbital.

Tête plate-forme incluse Ø76 mm et tête coupelle escamotable.

Interrupteur d'alimentation à 3 positions pour fonctionnement continu ou «tactile»

vitesse réglable en continu en tournant le bouton rotatif.

Le boîtier en métal résistant et les ventouses fiables assurent un mouvement stable, un faible bruit et un travail sur diverses formes, tailles et matériaux de la tête permettent le mélange de presque tous les tubes et conteneurs courants [37].



Figure 27 : Wise mix vm-10 [38].

Biochrom Libra S6:

Le Libra S6 est un spectrophotomètre de chez Biochrom permettant de faire des mesures dans le visible entre 330 et 800 nm.

Il utilise une technologie type Barrette de diode permettant de faire des mesures très rapidement en quelques secondes [39].



Figure 28 : Biochrom Libra S6 [40].

Digital Caliper 150mm (6).

Description :

Règle de jauge de micromètre de calibre numérique électronique professionnelle de 6 pouces 150mm

Pied à coulisse numérique électronique 100% neuf, en acier inoxydable trempé. Les dimensions internes, externes et en hauteur peuvent être mesurées facilement et avec précision.

- Système de mesure capacitif linéaire
- Réglage du zéro dans n'importe quelle position
- Avec une petite vis à oreilles de verrouillage qui verrouille les mâchoires en place.

Fonction de mesure de base :

- Mesure intérieure, extérieure, profondeur et pas
- Avec grand écran LCD facile à lire.

Un outil idéal pour une large gamme d'applications industrielles et automobiles [41].

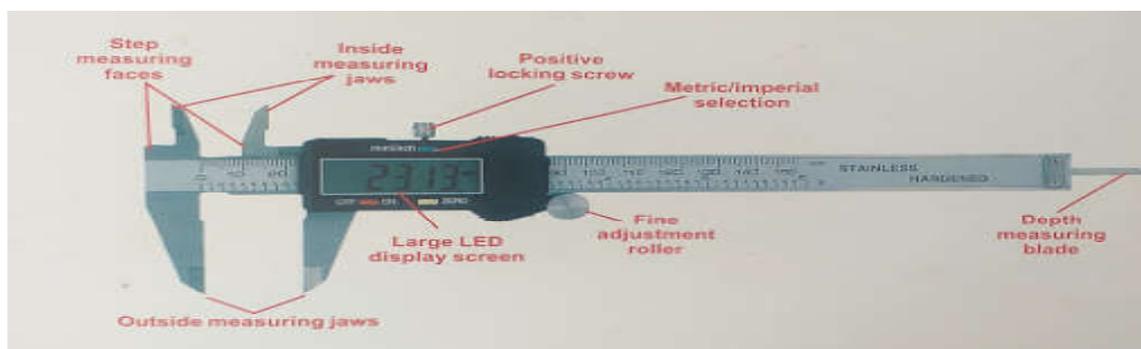


Figure 29 : Digital Caliper 150mm (6).

Stérilisateur à vapeur Autoclave vertical de la fabrication

Description :

Le stérilisateur à vapeur est une méthode sûre, fiable et contrôlé automatiquement l'appareil de stérilisation, qui est composé d'un système de chauffage, un système de contrôle de micro-ordinateur et une surchauffe du système de protection de surpression. Le conteneur a les avantages fiables de désinfection et stérilisation effet, un fonctionnement pratique, l'utilisation sûre, de la puissance de l'enregistrement et de durabilité et de faible coût, et est un appareil idéal pour la désinfection et stérilisation des instruments chirurgicaux, pansements, les ustensiles et la culture des médias par les unités de recherche médicale et scientifique.

Fonctionnalité :

1. Structure entièrement en acier inoxydable
2. Le type et une roue à main de quick-structure de la porte ouverte
3. Système de verrouillage de sécurité porte.
4. Affichage LCD de l'état de travail, touch de la clé.
5. Auto la décharge de l'air froid, et de la vapeur de décharger automatiquement après la stérilisation.
6. Au cours de la pression de température & Au cours de l'autoprotection.
7. Une protection sûre de l'eau manque.
8. L'autogonflant type de joint.
9. S'arrête automatiquement avec un bip de rappeler après stérilisation.
10. Utilisé pour la stérilisation des instruments médicaux, produits de coton médical.
11. Entièrement en acier inoxydable AISI 304 SUS304/-3mm.
12. La fonction de séchage est facultative [42].



Figure 30 : Autoclave vertical de la fabrication [43]

Annexe II

Les souches bactériennes utilisées

Bacillus subtilis :

L'une des réponses les plus fortes et les plus remarquables des cellules de *Bacillus subtilis* à une gamme de stimuli de stress et de famine est l'induction dramatique d'environ 150 gènes de stress général dépendant de SigB. L'activité de SigB elle-même est étroitement régulée par une cascade de transduction de signal complexe avec au moins trois voies de signalisation principales qui répondent au stress environnemental, à l'épuisement d'énergie ou à la basse température. La réponse dépendante de SigB est conservée dans les bactéries gram-positives apparentées mais est absente dans les bactéries gram-positives strictement anaérobies ou facultativement anaérobies. Il couvre des fonctions allant de la résistance aux stress non spécifiques et multiples au contrôle de la virulence chez les bactéries pathogènes. Une compréhension globale de cette réponse cruciale au stress est essentielle non seulement pour la physiologie bactérienne mais aussi pour la microbiologie appliquée, y compris la pathogénicité et le contrôle des agents pathogènes [44].



Figure 31 : Bactérie Bacillus subtilis [45]

Staphylococcus Aureus :

Forme : cocci

Gram : positif

Culture : aérobie-anaérobie facultatif

Genre : Staphylococcus

Espèce : aureus

Nom courant : staphylocoque doré

Morphologie : diplocoques ou amas

Habitat : peau, muqueuses et fosses nasales et le pharynx en majorité².

Staphylococcus aureus, autrement appelé Staphylocoque à coagulase positive, est une bactérie à gram positif.

C'est un coccus, de forme arrondie, qui se présente sous la forme de diplocoques (des cocci associés par deux) ou sous la forme d'amas ayant la forme de grappes de raisin [46].



Figure 32 : Bactérie *Staphylococcus Aureus* [47]

Microcoques luteus :

Microcoques luteus (*M. luteus*), est une bactérie Gram-positif, de 0,05 à 3,5 microns de diamètre, que l'on trouve le plus souvent dans les muqueuses telles que les cavités nasales, les voies respiratoires supérieures et la muqueuse de la bouche. Si nous devons décomposer le mot *Microcoques*, ce serait comme suit : *Micro*, pour microscopique ; *coccus* pour la forme sphérique de l'organisme ; *luteus* pour "jaune" [48].

M. luteus se trouve dans le sol, la poussière, l'eau et la flore cutanée humaine. Il a également été isolée à partir d'aliments tels que le lait et le fromage de chèvre

Cette bactérie peut résister à des doses massives de rayonnement UV et a également la capacité de dégrader les polluants tels que l'essence.

M. luteus provoque des odeurs chez l'homme lors de la décomposition des composants de la sueur.

M. luteus est considéré comme un pathogène opportuniste qui peut être responsable d'infections nosocomiales.

M. luteus peut provoquer des infections cutanées et est parfois cliniquement confondu avec *Staphylococcus aureus*.

Cette bactérie peut être transmise à de mauvaises pratiques de lavage des mains.

M. luteus peut provoquer un choc septique chez les personnes immunodéprimées [49].

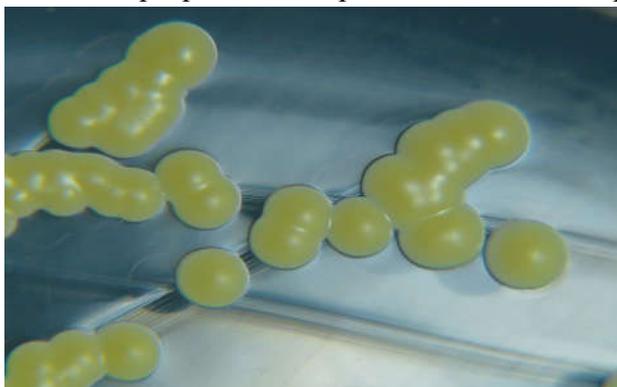


Figure 33 : Bactérie *Microcoques luteus* [50]

Matériels et produits utilisés :



Figure 34 : Ethanol



Figure 35 : Bec bunsen



Figure 36 : boîtes pétrie



figure 37 : disques en papier

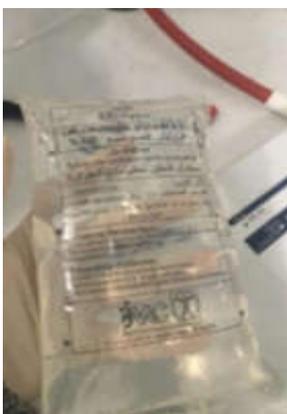


Figure 38 : Eau physiologique



Figure 39 : Ecouvillon



Figure 40 : Gélose

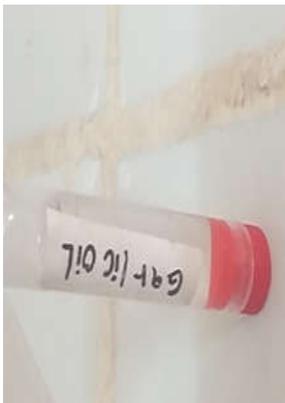


Figure 41 : HE extraite



Figure 42 : Etuve (Memmert)



Figure 43: préparation de l'inoculum



Figure 44: Dépôt des disques



Figure 45 : Résultats de l'aromatogramme des huiles essentielles