

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par
Melle **Boukourt Amel**

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOLOGIE

Spécialité : Microbiologie fondamentale

THÈME

Etude de l'activité antibactérienne et insecticide des huiles
essentielles de *Cumin Cuminum Cyminum*

Soutenu le : 13-09-2020

MEMBRES DE JURY

Président : Ait Chabane O

MCB

Université de Mostaganem

Examineur : Mme Kouadri Boudjelthia N

MAA

Université de Mostaganem

Encadreur : Mr BAHRI F

Pr

Université de Mostaganem

2019-2020

Dédicace

A ma chère famille du petit au grand

*A mes enseignants et professeurs du
primaire à l'université*

A tous mes amis

Je dédie ce modeste travail

Amel

Remerciements

Avant tout, mes remerciements infinis sont adressés à Dieu le tout puissant et miséricordieux de m'avoir donné la force et le courage de mener ce travail à terme.

J'adresse ma profonde reconnaissance à ma famille qui m'a soutenue du mieux qu'elle pouvait dans la réalisation de mon mémoire.

Je tiens à exprimer mes remerciements et ma gratitude particulière à mon encadreur Mr Bahri F, professeur à de l'université de Mostaganem pour ses précieux conseils et son orientation ficelée tout au long de notre recherche.

Mes remerciements vont également aux membres de jury pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce travail. A Mme Ait Chabane O, et Mme Kouadri Boudjelthia N.

Je remercie aussi Mme Braikia K pour ses efforts, ses conseils et ses encouragements.

Mes remerciements vont également à l'endroit de tout le personnel du département de Biologie de l'université de Mostaganem.

ملخص

للزيوت الأساسية أنشطة هامة ضد الجراثيم و يمكن أن تكون بديلا ناجحا للمضادات الحيوية. في هذا السياق قمنا بتقييم النشاط مضاد الجراثيم للزيوت الأساسية لبذور الكمون *Cumin Cuminum Cyminum* على 03 أنواع من البكتيريا المسؤولة عن عدوى المستشفيات .

مردود الزيوت الأساسية للكمون لسبع دراسات هي 5.3% ، 3.80% ، 3.53% ، 2.33% ، 1.80% ، 1.45% ، 1.22% لكل من بلغاريا، الصين، الجزائر، الهند، بومرداس (الجزائر)، إيران وتونس على التوالي.

نتائج الاروماتوغرام لثلاثة أعمال أجريت في تونس، إيران و الجزائر متفاوتة حسب السلالة البكتيرية المختبرة. اظهر زيت كمون تونس تأثيرا مثبت قوي على السلالات البكتيرية الثلاثة المختبرة. هذه النتائج مماثلة لزيت كمون ايران ، أما زيت كمون الجزائر فقد اظهر تأثيرا مثبت على *Escherichia coli* ATCC25922 فقط.

بالإضافة إلى ذلك تظهر نتائج CMI أن للزيت العطري للكمون فاعلية جيدة ضد السلالات البكتيرية الثلاثة التي تمت دراستها. أدنى معدلات CMI هي تلك التي تم الحصول عليها في تونس 0.078µl/ml من اجل *E. coli* ATCC 25922 و *S. aureus* ATCC25923، و إيران 0.25 µl/ml من اجل *E. coli* ATCC 25922 و *P. aeruginosa* ATCC27853 في حين أن أعلى نسبة CMI كانت في الجزائر 20.40 µl/ml من اجل *E. coli* ATCC 25922 (111.1µl/ml) من اجل *S. aureus* ATCC 25923.

اظهر زيت العطري للكمون نشاط مبيد للحشرات مهم ضد حشرة *Spodopetera littoralis* في التركيزات 50(µl/l air)، 100(µl/l air)، 200(µl/l air) ، بنسب وفيات 60% ، 74% و 100%.

الكلمات المفتاحية: زيت عطري، *Cumin Cuminum Cyminum* ، نشاط مبيد للحشرات، نشاط مضاد الجراثيم.

Résumer

Les huiles essentielles ont des activités antibactériennes importantes et peuvent remplacer avec succès les antibiotiques. Dans ce contexte, nous avons évalué l'activité antibactérienne des huiles essentielles des graines *Cumin Cuminum Cyminum* sur 3 bactéries responsable d'infection nosocomiale.

Les rendements des huiles essentielles de *C. cyminum* des sept travaux sont de 5.3%, 3,80%, 3.53%, 2.33%, 1.80%, 1.45% et 1.22% pour la Bulgarie, la Chine, l'Algérie, l'Inde, Boumerdas (Algérie), l'Iran, et la Tunisie respectivement.

Les résultats de l'aromatogramme de 3 travaux (Tunisie, Iran et Algérie) variant selon les souches testées. L'huile essentielle de *C. cyminum* de Tunisie a montré un effet inhibiteur important sur les trois bactéries testées. Ces résultats sont analogues à l'huile essentielle de *C. cyminum* d'Iran. L'huile essentielle d'Algérie a montré un effet inhibiteur que sur *Escherichia coli* ATCC25922.

De plus, les résultats de la CMI montrent que l'huile essentielle de *C. Cyminum* à une bonne efficacité contre les 3 souches bactériennes étudiées. Les plus faibles CMI obtenues sont celle des huiles essentielles de *C. cyminum* de la Tunisie avec 0.078µl/ml pour *E. coli* ATCC 25922 et *S. aureus* ATCC 25923. Les huiles essentielles de *C. cyminum* d'Iran sont classées en deuxième lieu avec 0.25 µl/ml pour *E. coli* ATCC 25922 et *P. aeruginosa* ATCC 27853. Tandis que la plus haute CMI est celle des huiles essentielles *C. cyminum* d'Algérie avec 20.40 µl/ml pour *E. coli* ATCC 25922 et 111.1µl/ml pour *S. aureus* ATCC 25923.

L'huile essentielle de *C. cyminum* a une activité insecticide très importante contre *Spodopetera littoralis* dans les concentrations 50(µl/l air) ; 100(µl/l air) ; 200(µl/l air) avec des pourcentages de mortalité 60% ; 74% et 100% respectivement.

Mots clés : *Cumin Cuminum Cyminum*, Huile essentielle, activité antibactérienne. Activité insecticide.

Abstract

Essential oils have activities antibacterial important and can successfully replace antibiotics. In this context, we evaluated the antibacterial activity of the essential oils of *Cumin Cuminum Cyminum* seeds on 03 bacteria responsible for nosocomial infection.

Yields essential oils *C. cyminum* of the seven work is 5.3%, 3,80%, 3.53%, 2.33%, 1.80%, 1.45% et 1.22% for Bulgaria, China, Algeria, India, Boumerdas (Algeria), Iran and Tunisia respectively.

The results of the aromatogramme of 3work (Tunisia, Iran and Algeria) variant according strains tested. Essential oil *C. cyminum* of Tunisia showed inhibitory effect important on the three bacteria tested. These results are similar to essential oil *C. cyminum* of Iran. The essential oil Algeria showed inhibitory effect on *Escherichia coli* ATCC25922.

In addition, results for MIC Show that essential oil *C. cyminum* to a good efficiency against the 03 bacterial strains studied. The lowest MIC obtained are the essential oil of *C. cyminum* of Tunisia with 0.078µl/ml for *E. coli* ATCC 25922 and *S. aureus* ATCC 25923. Essential oil of *C. cyminum* of Iran are classified secondly with 0.25 µl/ml for *E. coli* ATCC 25922 and *P. aeruginosa* ATCC 27853. While the highest MIC is the essential oil *C. cyminum* Algeria with 20.40 µl/ml for *E.coli* ATCC 25922 and 111.1µl/ml for *S. aureus* ATCC 25923.

Essential oil of *C. cyminum* has a insecticidal activity very important against *Spodopetera littoralis* in concentrations 50(µl/l air) ; 100(µl/l air) ; 200(µl/l air) with percentages mortality 60% ; 74% et 100% respectively.

Key words : *Cumin Cuminum Cyminum*, essential oil, antibacterial activity , insecticidal activity .

Table des matières

Table des matières

Remerciements.....	i
ملخص	ii
Résumé.....	iii
Abstract.....	iv
Liste des tableaux.....	v
Liste des figures.....	vi
Liste des abréviations et symboles.....	vii
I-Introduction.....	1
II -Analyse bibliographique.....	3
II -1- Les huiles essentielles.....	3
II-1-1 Définition.....	3
II -1-2- Répartition botanique.....	3
II -1-3- Localisation et lieu de synthèse.....	3
II -1-4- Propriétés physico-chimiques.....	4
II -1-5- Rôle physiologique.....	5
II -1-6- Composition chimique.....	5
II -1-6-1-Les terpènes.....	5
II -1-6-2- Les composés aromatiques.....	6
II -1-6-3- Les composés d'origines diverses.....	6
II -1-7- Facteurs de variabilité de la composition des huiles essentielles.....	7
II -1-7-1- Facteurs intrinsèques.....	7
II -1-7-2- Facteurs extrinsèques.....	7
II -1-8- Domaines d'application.....	7
II -1-8- 1- Parfums et cosmétiques.....	7
II -1-8- 2-Santé.....	8

II-1-8-2-1-Pharmacie.....	8
II-1-8-2-2- aromathérapie.....	8
II -1-8-3-Agro-alimentaire.....	9
II-1-8-4- Agriculture.....	9
II-1-9-Toxicité des huiles essentielles.....	9
II -1-10- Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	10
II -1-10-1- Distillation.....	10
II-1-10-1-1-Hydrodistillation.....	10
II-1-10-1-2-Entraînement à la vapeur d'eau.....	11
II-1-10-1-3-Hydrodiffusion.....	12
II-1-10-1-4-Extraction à froid.....	12
II-1-10-1-5- Extraction par solvants organiques.....	12
II-1-10-1-6-Enfleurage.....	13
II-1-10-1-7-Extraction assistée par micro-ondes.....	13
II-1-10-1-8- Extraction par fluide à l'état supercritique.....	14
II-2-Espèces végétales étudiées.....	15
II-2-1-La famille d'Apiaceae	15
II-2-1-1- <i>Cumin Cuminum Cyminum</i>	15
II-2-1-1-1-Description morphologique.....	15
II-2-1-1-2-Principales caractéristiques botaniques.....	16
II-2-1-1-3-Taxonomie.....	17
II-2-1-1-4-Habitat.....	17
II-2-1-1-5-Répartition géographique.....	17
II-2-1-1-6-Composition chimique.....	17
II-2-1-1-7-Usages.....	18
II-3-Activité antibactérienne.....	19
II-3-1- Infections nosocomiales.....	19

II-3-1-1- Agents pathogènes.....	19
II-3-1-1-1- Modes de transmission.....	20
II-3-1-1-1-1- Voie endogène.....	20
II-3-1-1-1-2- Voie exogène.....	20
II-3-1-1-1-3- Patient réceptif.....	21
II-3-2-Les antibiotiques.....	21
II-3-3- La résistance bactérienne aux antibiotiques.....	21
II-3-4- Les huiles essentielles comme agents antibactériens.....	22
II-3-4-1- Mode d'action.....	23
III-Matériel et méthodes.....	25
III-1-Matériel végétal.....	25
III-2-Huiles essentielles.....	25
III-2-1-Procédé d'extraction.....	25
III-2-1-1-Entraînement à la vapeur d'eau.....	25
III-2-2-Calcul du rendement.....	26
III-3-Procédés d'étude microbiologique.....	27
III-3-1-Souches bactériennes testées.....	27
III-3-2-Milieus de culture utilisés.....	27
III-3-3-Préparation de l'inoculum.....	27
III-3-4-Etude de la sensibilité des souches vis-à-vis des agents antimicrobiens standards.....	28
III-3-5-Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles.....	28
III-3-5-1- Technique d'aromatogramme (méthode de Vincent).....	28
III-3-5-2- Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI).....	29
III-4- Etude de l'activité insecticide.....	29
III-4-1-Élevage d'insecte.....	29
III-4-2-Test de Fumigation.....	30
IV-Résultats et discussions.....	31

IV-1-Huiles essentielles.....	31
IV-1-1-Rendement en huile essentielle.....	31
IV-2- Etude de l'activité antibactérienne.....	32
IV-2-1- Etude de la sensibilité des souches vis-à-vis des agents antibactériennes tandard.....	32
IV-2-2- Etude de l'activité ntibactérienne des huiles essentielles.....	33
IV-2-2-1- Technique de l'aromatogramme (méthode de Vincent).....	33
IV-2-2-2-Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI).....	34
IV-3-Activité insecticide.....	35
V-Conclusion.....	37
VI-Références bibliographiques.....	39
Annexes.....	49

Liste des tableaux

Tableau n°1 : Liste des souches bactériennes testées.....	27
Tableau n°2 : Résultats de l'activité antibactérienne des antibiotiques exprimés par le Diamètre de la zone d'inhibition en mm.....	32
Tableau n°3 : Comparaison des Résultats de l'activité antibactérienne des huiles essentielles De <i>C. cyminum</i> de trois études exprimées par le diamètre de la zone D'inhibition en mm.....	33
Tableau n°4 : Comparaison des Résultats de MIC des huiles essentielles de <i>C. cyminum</i> de Tunisie, Alger et Iran exprimés par en µl/ml.....	34
Tableau n°5 : Pourcentage (%) de mortalités des <i>S. littoralis</i> après 24 heures de fumigation À différents concentrations d'huile essentielle.....	36

Liste des figures

Figure n°1 : Organe sécréteur d'huile essentielle.....	4
Figure n°2 : Structure chimique d'isoprène (C ₅ H ₈)n.....	5
Figure n°3 : Structure Chimiques de quelques composés aromatiques.....	6
Figure n°4 : Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation.....	11
Figure n°5 : Schéma du principe de la technique de l'entraînement à la vapeur d'eau.....	11
Figure n°6 : Schéma du principe de la technique d'hydrodiffusion.....	12
Figure n°7 : Principe schématisé du système d'extraction par micro-onde sans solvant.....	13
Figure n°8 : Schéma du principe de la technique d'extraction par le CO ₂ Supercritique.....	14
Figure n°9 : parties aériennes de la plante de <i>C. cuminum</i>	16
Figure n°10 : Action des huiles essentielles et de leurs constituants sur la cellule bactérienne	24
Figure n°11 : Les graines du <i>C. cuminum</i>	25
Figure n°12 : montage de l'extraction par entrainement à la vapeur d'eau.....	26
Figure n°13 : Rendement en huiles essentielles de <i>C. cuminum</i> obtenus par sept travaux.....	31

Liste des abréviations et symboles

ATCC : American type culture collection

AFNOR : Association française de normalisation

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

HE: Huile essentielle

µL /ml : Microlitre par millilitre

Mg/l : Microgramme par litre

UV : Ultra Violet

% : Pourcentage.

Introduction

I- Introduction

Pendant des siècles, l'homme s'est toujours soigné par les plantes, de manière empirique, guidé par la tradition ou les coutumes. La plupart de grands médecins du passé ont été des Phytothérapeute (**Goeb, 1997**).

Actuellement, les plantes aromatiques possèdent un atout considérable grâce à la découverte progressive des appellations des leurs huiles essentielles dans les soins des maladies ainsi que leurs utilisations dans d'autres domaines d'intérêt économique (parfumerie, cosmétique, additifs alimentaires etc....). Leur nombreux usage font qu'elles connaissent une demande de plus en plus forte sur les marchés mondiaux (**Tchamdja, 1995**).

La popularité dont jouissent depuis longtemps les huiles essentielles et les plantes aromatiques en général reste liée à leurs propriétés médicinales l'occurrence les propriétés anti- inflammatoire, antiseptiques, antivirales, antifongiques, bactéricides, antitoxiques, insecticides et insectifuges, stimulantes, calmantes, etc.(**Nicolas,1991;Mishara et Dubey, 1994**).

La croissance de l'industrie pharmaceutique et le développement incessant de nouveaux produits médicaux synthétiques et biologiques plus efficaces n'ont pas pour autant réduit l'importance de l'utilisation des plantes médicinales. Au contraire, la croissance démographique dans le monde et l'intérêt croissant manifesté au niveau des nations industrialisées ont considérablement augmenté la demande spécifique aux plantes aromatiques et médicinales et à leurs produits dérivés. Ainsi, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que la médecine traditionnelle couvre les besoins en soins de santé primaire de 80% de la population mondiale (**OMS, 2013**).

IL est donc important d'orienter les recherches vers de nouvelles voies et surtout vers les végétaux qui ont toujours servi à de nouveaux médicaments.

L'objectif principal de ce travail consiste à évaluer l'activité antibactérienne et l'effet insecticide de l'huile essentielle extrait à partir des graines de *Cumin Cuminum Cyminum*. Dans le cadre de cette étude, ce mémoire est composé de trois parties. La premier est une analyse bibliographique consacrée aux : généralité sur les huiles essentielles, Espèces végétales étudiées, activité antibactérienne, la deuxième parties englobe Le matériel et méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail, à savoir :

- Extraction des huiles essentielles du *C. cuminum* par entraînement à la vapeur d'eau
- Etude de la sensibilité des souches vis-à-vis des agents antimicrobiens standards
- Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles par la méthode de l'aromatogramme.
- Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)
- Etude de l'Activité insecticide (toxicité par fumigation de l'huile essentielle)

La troisième est réservée à la présentation et à la discussion de l'ensemble des résultats obtenus. Le manuscrit est achevé par une conclusion générale qui résumera l'ensemble de ces résultats.

Analyse

Bibliographique

Les huiles essentielles

II-Analyse bibliographique

II -1- Les huiles essentielles

II-1-1 Définition

Une huiles essentielle appelée aussi essence est un mélange de substance aromatiques volatiles peu complexe issue et produit par les plante comme moyen de défense contre les rvageurs phytopathogènes (**lahlou, 2004**).

La pharmacopée française (1965) ,définit les huiles essentielles ,comme étant : « des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux, et plus ou moins modifiés au cours de la préparation pour extraire ces principes volatils ,il existe divers procédés. » (**Bruneton, 2005**).

Il s'agit d'un mélange de composés lipophiles, volatils et souvent liquides, synthétisés et stockés dans certains tissus végétaux spécialisés. Extraites de la plante grâce â des procédés physiques tels l'hydro distillation, l'entraînement à la vapeur ou par expression à froid dans le cas des agrumes, les huiles essentielles sont responsables de l'odeur caractéristique de la plante. Les produits obtenus par extraction avec d'autres procédés ne sont pas repris dans la définition d'huile essentielle donnée par la norme de l'Association Française de Normalisation (AFNOR) (**Bruneton, 1993**).

II -1-2- Répartition botanique

Les huiles essentielles n'existent que chez les végétaux supérieurs : il y aurait, selon Lawrence, 17500 espèces aromatiques. Les genres capables d'élaborer les constituants qui composent les huiles essentielles sont dans un nombre limité de familles, ex : Apiaceae, Asteraceae, Cupressaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Piperaceae, Poaceae, Rutaceae, Zingiberaceae, Ombellifères ,...etc (**Bruneton, 1999**).

II -1-3- Localisation et lieu de synthèse

Les huiles essentielles se localisent dans toutes les parties vivantes de la plante et se forment dans le cytoplasme de cellules sécrétrices variables selon l'organe végétal considéré. Puis, elles s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées recouvertes d'une cuticule (**figure n°1**). Ensuite, elles sont stockées et emmagasinées dans des structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante, à savoir, des cellules à huiles essentielles (*Lauraceae* et *Zingiberaceae*), des poils glandulaires

épidermiques qui produisent les essences dites superficielles (*Labiaceae*, *Geraniaceae* et *Rutaceae*), des poches sécrétrices (*Myrtaceae*, *Aurantiaceae*, *Rutaceae*) ou encore des canaux sécréteurs (*Apiaceae*, *Ombelliferae* et *Asteraceae*) (**Bruneton, 1999 ; Boz et al ; 2009**). Tous les organes peuvent en renfermer : les sommités fleuries (Lavandes, Menthes, Mélisse), les racines ou rhizomes (Vétiver, Gingembre), les écorces (Cannelles), les fleurs (Ylang-ylang), le bois (Camphrier), les fruits (Persil, Citrus), les grains (Poivre). A noter que dans la même espèce, on peut rencontrer les huiles essentielles simultanément dans des organes différents et que la composition de celle-ci peut varier d'un organe à l'autre. En outre, cette composition peut varier dans une même espèce selon les conditions climatiques et édaphiques du lieu de récolte. Le plus souvent, en climat chaud, la teneur en huile essentielle est plus élevée (**Mahmout, 1992**).

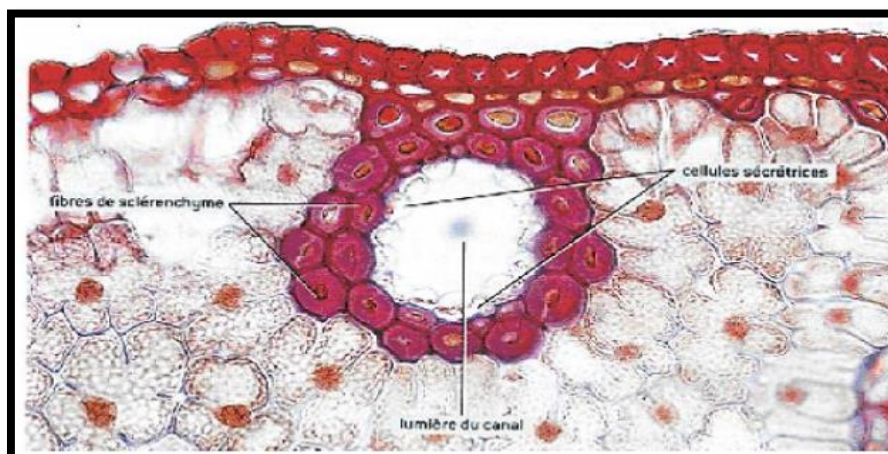


Figure n°1 : Organe sécréteur d'huile essentielle (**Raymond, 2005**)

II -1-4- Propriétés physico-chimiques

Les huiles essentielles sont liquides à température ambiante mais aussi volatiles, ce qui les différencie des huiles dites fixes. Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques usuels ainsi que dans l'alcool, entraînaibles à la vapeur d'eau mais très peu solubles dans l'eau (**AFSSAPS, 2008**). Il faut donc impérativement un tensioactif pour permettre leur mise en suspension dans l'eau (**Couic-Marinier et Lobstein, 2013**). Leur densité est le plus souvent inférieure à 1, seules trois huiles essentielles officinales ont une densité supérieure à celle de l'eau, ce sont les huiles essentielles de cannelle, de girofle et de saffran (**Jacques et Paltz, 1997**).

Elles sont pour la plupart colorées : ex : rougeâtre pour les huiles de cannelle et une variété de thym, jaune pâle pour les huiles de sauge sclarée et de romarin officinal. Elles sont altérables et sensibles à l'oxydation. Par conséquent, leur conservation nécessite de l'obscurité et de l'humidité. De ce fait, l'utilisation de flacons en verre opaque est conseillée (**Couic-Marinier et Lobstein, 2013**).

II -1-5- Rôle physiologique

Le rôle exact des huiles essentielles dans la physiologie de la plante reste encore mal connu. Cependant, la diversité moléculaire des métabolites qu'elles contiennent, leur confère des propriétés biologiques très variées qui leur permettent d'exercer plusieurs effets utiles pour la plante tels que repousser ou au contraire attirer les insectes pour favoriser la pollinisation, inhibition de la multiplication de la flore microbienne infectieuse (**Mann, 1987; Deroin, 1988 ; Bakkali et al, 2008**). Dans les climats désertiques, elles permettent de conserver l'humidité de la plante. De plus, elles peuvent être utilisées comme moyen de compétition aux ressources environnementales par l'inhibition de la germination des graines des autres espèces de plante ou par la limitation de la croissance de certaines espèces voisines (**Fischer et al; 1994; Bakkali et al ; 2008**).

II -1-6- Composition chimique

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes pouvant contenir plus de 300 composés différentes (**Sell, 2006**). Ces composés sont des molécules volatiles appartiennent principalement à deux grandes familles de composées chimiques : les composés terpénique et les composés aromatique (**Vila et al ; 2002**).

II -1-6-1-Les terpènes

Le terme terpénoïdes désigne un ensemble de substances présentant le squelette des terpènes (qui sont des hydrocarbonés naturels, de structure soit cyclique soit à chaîne ouverte : leur formule brute est $(C_5H_X)_n$ (**figure n°2**) avec une ou plusieurs fonctions chimique (alcool, aldéhyde, cétone, acide, lactone,...etc.)

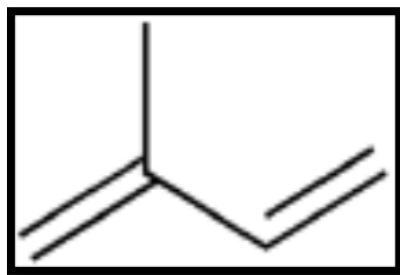


Figure n°2: Structure chimique d'isoprène (C₅H₈)_n (Fillatre, 2011)

Leur classification est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène: hémiterpènes (C₅), monoterpènes (C₁₀), sesquiterpènes (C₁₅), diterpènes (C₂₀), sesterpènes (C₂₅), triterpènes (C₃₀), tetraterpènes (C₄₀) et polyterpènes (Achour Ait Hellal et Khemissi Haderbache, 2010). Dans les huiles essentielles, seuls seront rencontrés les terpènes les plus volatils. C'est à dire, ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée : monoterpènes et sesquiterpènes (Bruneton, 1999).

II -1-6-2- Les composés aromatiques

Les dérivés du phénylpropane sont beaucoup moins fréquents que les précédents, ce sont très souvent des allylphénols, propénylphénols, anéthol, cinnaldéhyde, Apiol, (Estragol), Eugénol, safrole, Asarones, Cinnamaldéhyde, cinnamyl, alcool. On peut également rencontrer dans les huiles essentielles des composés comme la vanilline (assez fréquente) ou comme l'authranilate de méthyle ; Les lactones dérivées des acides cinnamiques (les coumarines), étant, au moins pour les plus simple d'entre, entraînés par la vapeur d'eau (figure n°3) (Bakkali *et al.*, 2008).

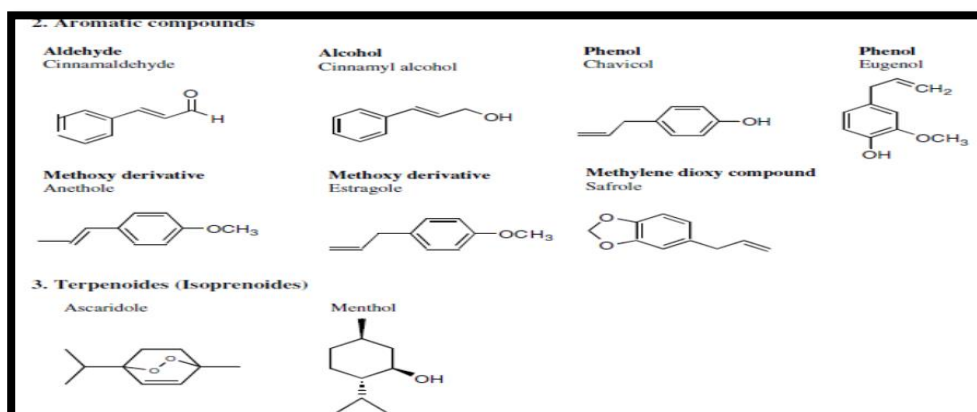


Figure n°3: Structure Chimiques de quelques composés aromatiques (Bakkali *et al.*, 2008)

II -1-6-3- Les composés d'origines diverses

Il existe un nombre non négligeable de produits résultant de la transformation de molécules non volatiles issues soit de la dégradation des terpènes non volatils qui proviennent de l'auto-oxydation par exemple des carotènes ou des acides gras comme les acides linoléique et α - linoléique en (3-cis hexanol, decanal, β -ionone) (**Piochon, 2008**).

II -1-7- Facteurs de variabilité de la composition chimique des huiles essentielles

Etant formées de mélanges généralement complexes, les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition, qu'au plan du rendement des plantes d'origine (**Besombes, 2008**). Cette variabilité peut s'expliquer par différents facteurs d'origine intrinsèque, spécifiques du bagage génétique de la plante ou extrinsèque, liés aux conditions de croissance et de développement de la plante (**Morin et Richard, 1985**).

II -1-7-1- Facteurs intrinsèques

Une huile essentielle peut s'extraire de plusieurs parties de la plante. Cependant, la quantité et la qualité diffèrent, d'où la nécessité de spécifier le nom de la partie utilisée (**Bruneton, 1999**).

Les travaux de **Maffei et sacco en 1997**, ont montré des différences de composition des huiles essentielle en raison d'organes différents (feuilles et fleurs) et de sous-espèces différentes.

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

II -1-7-2- Facteurs extrinsèques

La composition en huile essentielle dépend des conditions environnementales, plus précisément, du sol et du climat. En ce qui concerne le sol, le développement de la partie aérienne de la plante est fonction de celui du système racinaire et de son activité. Or la forme des racines, leur répartition dans le sol, leur vitesse d'extension, la variation de la composition chimique des huiles essentielles dépendent de la texture du sol, de sa structure, de sa teneur en eau ou de sa température. C'est ainsi, par exemple, que deux plantes de la

même espèce récoltée à la même période sur des sols différents, ont une composition chimique et une teneur en huile essentielle variables (**Razafindrakoto, 1988 ; Dethier, 1996**).

II -1-8- Domaines d'application

II -1-8-1- Parfums et cosmétiques

dans le domaine des parfums et cosmétique, les huiles essentielles sont employées en tant qu'agents conservateurs grâce à leurs propriétés antimicrobiennes qui permettent d'augmenter la durée de conservation du produit .Cependant, c'est surtout pour leurs caractéristiques odorantes en raison de leur forte volatilité et du fait qu'elles ne laissent pas de trace grasse, qu'elles sont utilisées, notamment dans la formulation de parfums, de produits d'entretien personnels ou ménagers domestique ou industriels(**Aburjai et Natsheh, 2003**) .

II -1-8-2- Santé :

II -1-8-2-1-En pharmacie

L'industrie pharmaceutique utilise les huiles essentielles dans le domaine des antiseptiques externes ; elle tire parti des propriétés bactériostatiques, bactéricides, antifongiques, protectrices, des essences naturelles ;etc. Les huiles essentielles constituent le support d'une pratique de soins particulière l'aromathérapie. Elles ont grande intérêt en pharmacie, elles s'utilisent sous la forme de préparations galéniques, et dans la préparation d'infusion (verveine, thym, menthe, mélisse, fleurs d'orange...etc.). Tout fois, il faut souligner que la majorité des constituants de ces derniers sont lipophiles, et de ce fait, rapidement absorbés que ce soit par voie pulmonaire, par voie cutanée ou par voie digestive.

Elles sont également utilisées pour l'obtention des huiles essentielles dans un intérêt médicamenteux (en particulier dans le domaine des antiseptiques externes). Plus de 40% du médicament sont à base de composants actifs de plants. De nombreuses huiles essentielles se trouvent dans la formule d'un très grand nombre de spécialités pharmaceutiques : sirop, goutte, gélules pommade ...etc.

II -1-8-2-2-Aromathérapie :

Les huiles essentielles sont largement utilisés pour traiter certaines maladies internes et externes (infections d'origine bactérienne ou viral, troubles humoraux ou nerveux) La synergie des différents constituants des huiles essentielles détermine leur effet équilibrant C'est ainsi que certaines huiles essentielles peuvent avoir des actions paradoxales, comme,

par exemple l'huile essentielle de la lavande qui peut avoir un effet à la fois relaxant et stimulant. Dans les préparations pharmaceutiques, les huiles essentielles riches en composé phénolique (girofle, origan, sarriette, thym) ou en aldéhyde cinnamique (écorce de cannelle) sont diluées avec de l'huile végétale ou dans l'alcool pour diminuer leurs agressivités (Werner, 2002).

II -1-8-3- Agro-alimentaire

Les effets antimicrobiens de différentes espèces d'herbes et d'épices sont connus depuis longtemps et mis à profit pour augmenter la durée de vie des aliments. Ainsi les huiles essentielles et leurs composants, actuellement employés comme arômes alimentaires sont également connus pour posséder des activités antioxydants et antimicrobiennes sur plusieurs bactéries responsables de la pollution des aliments et pourraient servir d'agents de conservation alimentaires. Les huiles essentielles ont également des propriétés fongicides. Elles sont utilisées en tant que pesticides car elles ne sont pas toxiques pour les plantes et sont facilement dégradables et efficace contre les moisissures responsables des denrées alimentaires lors de leurs stockages (Fillatre, 2011).

II -1-8-4- Agriculture

La volonté de réduire l'utilisation des pesticides de synthèse dans l'agriculture moderne en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables, s'est affirmée ces dernières années. Concernant les pesticides, l'un des projets de loi vise à réduire la consommation en produits phytosanitaires de 50% en dix ans, l'échéance étant 2018 (Ministère de l'agriculture et de la pêche, 2008). Dans ce contexte environnemental, les pesticides naturels basés notamment sur les huiles essentielles, représentent une alternative intéressante pour la protection des cultures contre les insectes mais également contre les adventices et les champignons (Isman, 2000).

II -1-9-Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles bien qu'ayants de nombreux effets bénéfiques dans des domaines variés, peuvent aussi constituer un danger si elles sont mal utilisées. En effet, Les huiles essentielles suscitent, depuis quelques années, un engouement grandissant chez les thérapeutes mais aussi dans le grand public. Leur accessibilité fait oublier qu'il s'agit de produits très puissants et que leur utilisation implique quelques règles de prudence (Santé, 2017). Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau

en raison de leur pouvoir irritant (les huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhydes) (Smith *et al* ; 2000), ou photo-toxique (huiles de *citrus* contenant des furocoumarines) (Naganuma *et al* ; 1985).

D'autres huiles essentielles ont un effet neurotoxique. La toxicité des huiles essentielles est assez mal connue. Il manque des données sur leurs éventuelles propriétés mutagène ou cancérigènes. La plupart du temps, sous le terme de toxicité sont décrites des données expérimentales accumulées en vue d'évaluer le risque que représente leur emploi. Il existe quelques huiles essentielles dont certains composés sont capables d'induire la formation de cancer, c'est le cas par exemple de dérivés d'allylbenzènes ou de propenylbenzenes comme le safrole, l'estragole, le β -arason, et le méthyl-eugénole (Wiseman *et al* ; 1987).

Les huiles essentielles sont des médicaments et une dose peut entraîner des troubles très graves, seul un praticien averti et apte à vous prescrire par contre les baumes, les huiles de corps, les huiles de bains vendus dans le commerce, sont sans danger, si bien sûr en respectent la posologie. (Salle, 1987).

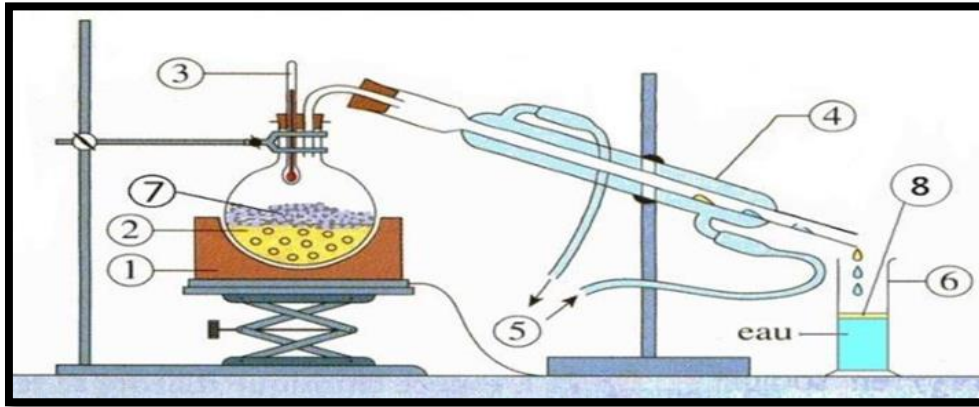
II -1-10- Méthodes d'extraction des huiles essentielles

II -1-10-1- Distillation

La distillation à la vapeur d'eau est une méthode ancienne et très répandue pour l'extraction des huiles essentielles à partir des plantes aromatiques. Elle est simple dans son principe et utilise un équipement peu coûteux. Elle se présente sous trois (03) variantes : l'hydrodistillation ; l'entraînement à la vapeur et hydrodiffusion. (Silou *et al*, 2004).

II -1-10-1-1- Hydrodistillation

L'hydro-distillation est une des méthodes d'extraction les plus simple et la plus utilisée. Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur. L'ensemble est porté à ébullition. Les cellules végétales éclatent et libèrent les molécules odorantes, lesquelles sont entraînées par la vapeur d'eau créée. Les vapeurs hétérogènes sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolat par simple différence de densité. L'huile essentielle étant plus légère que l'eau (sauf quelques rares exceptions), elle surnage au-dessus de l'hydrolat (**figure n°4**) (Nait Achour, 2012).



1- Chauffe ballon ; 2- Ballon ; 3- Thermomètre ; 4- Réfrigérant ; 5- Entrée et sortie d'eau ; 6- Erlenmeyer ; 7- Matière à extraire l'essence ; 8- Couche d'huile essentielle.

Figure n°4 : Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation (Lucchesi, 2005)

II -1-10-1-2- Entraînement à la vapeur d'eau

C'est le procédé le mieux adapté à l'extraction des essences (Bego, 2001). Le matériel végétale n'est pas en contact avec l'eau, son principe réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange « Vapeur d'eau- huile essentielle » dispersé dans la matière végétale.

Sous l'action de la chaleur, l'eau se transforme en vapeur et passe à travers les plantes en entraînant les molécules aromatiques vers un système de refroidissement. La vapeur d'eau chargée ainsi d'essence retourne à l'état liquide par condensation, le produit de la distillation se sépare donc en deux phases distinctes : l'huile et l'eau condensée que l'on appelle eau florale ou hydrolat (figure n°5) (Belaiche, 1979 ; Benjilali, 2004).

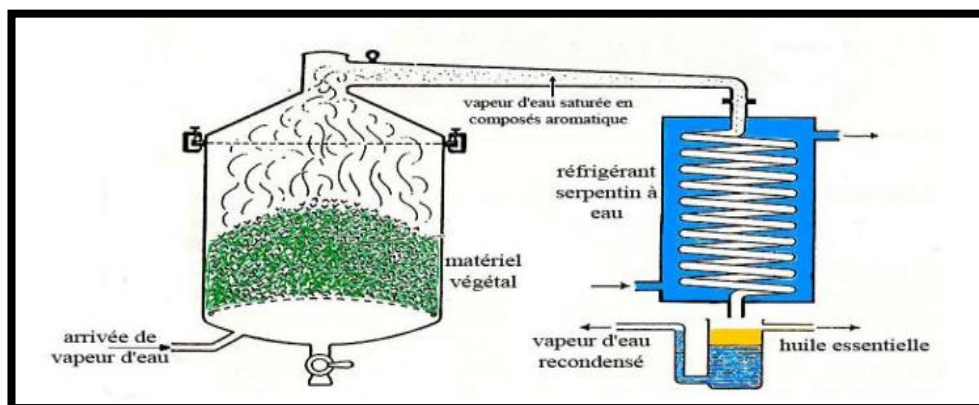


Figure n° 5: Schéma du principe de la technique de l'entraînement à la vapeur d'eau (Lucchesi, 2005).

II -1-10-1-3- Hydrodiffusion

Consiste à faire passer un courant de vapeur d'eau à très faible pression à travers la masse végétale. La composition des produits obtenus est sensiblement différente au plan qualitatif de celle des produits obtenus par les méthodes précédentes. L'industrie des parfums a utilisé jadis l'enfleurage, pour les organes fragiles comme les fleurs, c'est-à-dire le contact avec un corps gras qui se sature d'essence. Le corps gras est épuisé par l'alcool absolu et ce solvant est évaporé sous vide à 0°C (**figure n°6**) (**Lucchesi, 2005**).

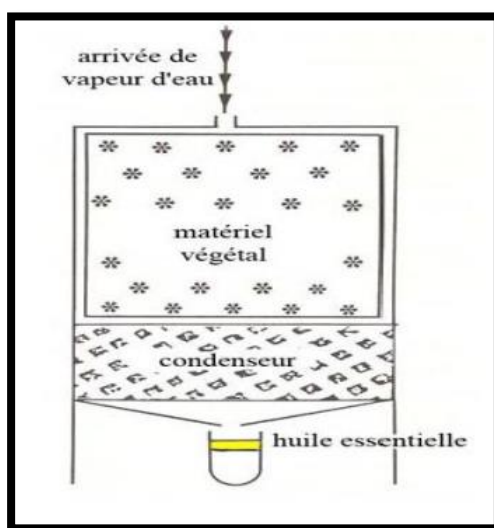


Figure n°6: Schéma du principe de la technique d'hydrodiffusion (Lucchesi, 2005)

II -1-10-1-4- Extraction à froid

L'extraction par expression à froid, est souvent utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes comme le citron, l'orange, la mandarine, etc. Son principe consiste à rompre mécaniquement les poches à essences. L'huile essentielle est séparée par décantation ou centrifugation. D'autres machines rompent les poches par dépression et recueillent directement l'huile essentielle, ce qui évite les dégradations liées à l'action de l'eau

(**Chaintreau et al., 2003**).

II -1-10-1-5- Extraction par solvants organiques

Cette méthode est utilisée pour les organes végétaux présentant une concentration en essence relativement faible ou pour les essences que l'on ne peut extraire par distillation. Elle est basée sur le pouvoir qu'ont certains solvants organiques à dissoudre les composants des

huiles essentielles. Grâce à des lavages successifs, le solvant va dissoudre et extraire les constituants solubles contenus dans la plante avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique dont l'évaporation laisse un résidu cireux, très coloré et très aromatique appelé «concrète». Le traitement de cette concrète par l'alcool absolu conduit à «l'absolue» (Belaïche, 1979., Mebarka, 2007).

II -1-10-1-6- Enfleurage

Cette technique se base sur la liposolubilité des composés odorants des végétaux dans les corps gras. Il consiste à déposer des pétales de fleurs fraîche sur la plaque de verre recouvert de mince couche de graisse (graisse animal type saindoux). Selon les espèces, l'absorption des huiles essentielles des pétales par le gras peut prendre 24 à 72 heures. Les pétales sont éliminés et remplacés par des pétales frais jusqu'à saturation du corps gras. On épuise ce corps gras par un solvant que l'on évapore ensuite sous (Belaïche, 1979).

II -1-10-1-7- Extraction assistée par micro-ondes

L'extraction sans solvant assistée par micro-ondes est l'une des plus récentes. Inspirée d'un ancien procédé de distillation dite « sèche » utilisé par les alchimistes Arabes pour l'extraction des huiles essentielles. Elle consiste en une distillation sèche à l'aide d'un alambic utilisant le soleil comme source de chaleur. L'extraction sans solvant assistée par micro-ondes a été développée en remplaçant l'énergie solaire par un chauffage micro-ondes plus performant, plus spécifique et beaucoup moins polluant qu'un chauffage traditionnel au feu de bois (Lucchesi, 2005). Il consiste à placer le matériel végétal dans un réacteur au sein d'un four micro-ondes sans ajout d'eau ou de solvant (figure n°7)

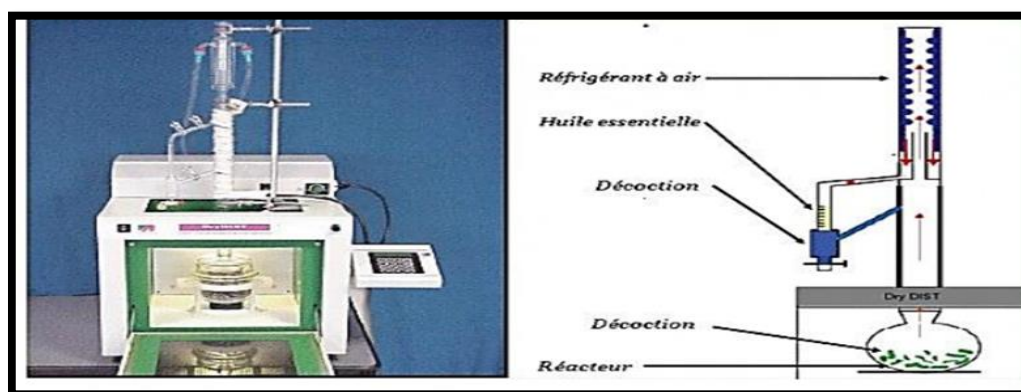


Figure n° 7: Principe schématisé du système d'extraction par micro-onde sans solvant (Soins et Nature, 2017).

Le chauffage interne de l'eau contenue dans la plante permet d'en dilater ses cellules et conduit à la rupture des glandes et des réceptacles oléifères. L'huile essentielle ainsi libérée est évaporée avec l'eau de la plante. Un système réfrigérant situé à l'extérieur du four à microondes permet la condensation du distillat en continu. L'excès d'eau est réintroduit dans le réacteur de manière à restaurer la quantité d'eau initialement présente dans la plante (Fillatre, 2011).

II -1-10-1-8- Extraction par fluide à l'état supercritique

L'originalité de cette technique repose sur le solvant utilisé, il s'agit de CO₂ supercritique. A l'état supercritique (à T= 31°C et P = 73bars), le CO₂ possède un bon pouvoir d'extraction. Dans ce système, le solvant est utilisé en boucle par interposition d'échangeurs de chaleur, d'un compresseur et d'un détendeur afin de porter le solvant à l'état désiré à chaque stade du processus. La séparation de l'extrait a lieu en phase gazeuse par simple détente. L'avantage de cette méthode est la possibilité d'éliminer et de recycler le solvant par simple compression détente (figure n° 8) (Pourmortazavi et Hajimirsadeghi, 2007).

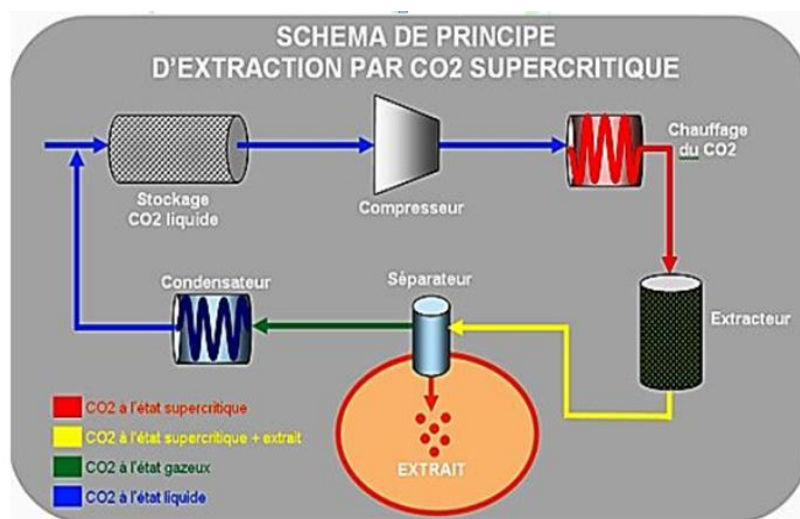


Figure n°8: Schéma du principe de la technique d'extraction par le CO₂ Supercritique (Pourmortazavi et Hajimirsadeghi, 2007).

Espèces végétales étudiées

II-2-Espèces végétales étudiées

II-2-1- La famille d'Apiaceae :

La famille d'Apiaceae (syn. Umbelliferae) est l'une des plus importantes familles de plantes à fleurs. Elle est composée de 300-455 genres et de 3000-3750 espèces. Les membres de la famille des Apiaceae sont distribués partout dans le monde, et principalement dans les régions tempérées du nord et les hautes altitudes des régions tropicales (**Canter, et al ; 2005**). Les caractéristiques principales des membres d'Apiaceae sont: la nature herbacée aromatique, les feuilles non stipulées et disposées d'une façon alterne, les tiges creuses, les petites fleurs, les inflorescences en ombelle simple ou composée, et les fruits ou les graines indéhiscentes riches en huiles. Cette famille est bien connue pour ses arômes distinctifs en raison de la présence des cavités sécrétrices constituées de canaux schizogènes de résine, d'huile ou de mucilage qui sont situées dans les fruits, les tiges, les feuilles et les racines (**Christensen et Brandt, 2006**).

La famille des Apiaceae comprend un grand nombre de plantes qui sont utilisées pour différentes fins, y compris la nutrition, la médecine, les boissons, les épices, les répulsifs, les colorants, les cosmétiques, les parfums, etc..... De plus, plusieurs espèces de cette famille constituent une excellente source d'huiles essentielles, plus de 760 composants de différentes classes chimiques avec un intérêt pharmaceutique élevé sont détectés dans les huiles essentielles au sein de cette famille (**Aćimović et Kostadinović, 2015**). Sa teneur dans les huiles de graines d'Apiaceae est généralement supérieure à 50% (**Bagci, 2007**).

II-2-1-1-Cumin *Cuminum Cyminum*

II-2-1-1- Description morphologique

• Allure générale

Cuminum Cyminum est une plante mince (**figure n°9**), glabre, herbacée et annuelle, elle peut atteindre une hauteur de 20 jusqu'à 60 cm (**Singh et al ; 2017**).



Figure n°9 : Parties aériennes de la plante de *C. Cyminum* (Sahana et *al.*, 2011).

II-2-1-1-2- Principales caractéristiques botaniques

• Feuilles

Les feuilles sont parfumées, finement divisées (Bremness, 2002). Feuilles 1-2 palmatiséquées à lanières longuement filiformes. Involucre et involucelle à bractées sétacées très longues. Ombelles à 3-5 rayons, plus courtes que les feuilles. (Quezel et Santa, 1963).

• Fleurs

Ses Fleurs blanches 3-5 par ombellules (Quezel et Santa, 1963). Ombelles de petites fleurs blanches ou roses en été (Bremness, 2002).

• Fruits

Les fruits sont des schizocarpes (fruit sec), fusiformes et ovoïdes latéralement, appelés diakènes (Ghahreman, 1994 ; Daniel et Maria, 2000).

II-2-1-1-3- Taxonomie:

D'après Fanar (2014) et selon le système d'APG III (2009), la systématique de la plante de cumin et la suivante:

- **Règne** : *Plantes*
- **Embranchement** : *Spermaphytes*
- **Classe** : *Dicotyledones*
- **Ordre** : *Apiales*
- **Famille** : *Apiaceae*
- **Genre** : *Cuminum*
- **Espèce** : *Cuminum cyminum L*
- **Nom français** : *Cumin*
- **Nom vernaculaire**: *El Kamoun*

II-2-1-1-4- Habitat

Le cumin est une plante de culture hivernale, elle pousse jusqu'à 1200 m d'altitude, en climat tempéré froid. Le plant peut résister jusqu'à $\text{R } 46 \text{ C}^\circ$ à condition d'être abrité du vent. Le sol doit être profond, perméable et fertile (**Gilly, 2005**).

II-2-1-1-5- Répartition géographique

Le cumin est la seconde herbe la plus commercialisée dans le monde après le poivre noir. Originare de la méditerranée orientale, elle s'est étendue jusqu'en Inde. Les premières données archéologiques sur son utilisation remontent au second millénaire avant J.C en Syrie (**Zohary et Hopf, 2000**), vers le 6ème millénaire avant J.C en Egypte antique (**Gilly, 2005**) où il a été retrouvé dans les anciennes pyramides (**Attokaran, 2011**), il est également connu dans l'ancienne Grèce et Rome. Originellement cultivée en Iran et dans les régions méditerranéennes, il a été introduite en Amérique par les colonisations espagnoles et portugaises (**Preedy et al., 2011**).

II-2-1-1-6- Composition chimique

Les graines de la plante du cumin contiennent de 2.5 à 4% d'huile essentielle. L'huile essentielle de cette plante est distillée en Espagne, en Egypte, au Maroc, en Algérie, en France, en Russie et en Inde.les recherches faites au cours de ce siècle montrant que l'huile essentielle du cumin peut contenir les monoterpènes jusqu'à 35%, les sesquiterpènes (3%) et les composés oxygénés jusqu'à 43% du contenu de l'huile. On peut citer quelques constituants de l'huile essentielle de cumin : α et β -pinène, limonène, α , β et γ terpinène, l'aldéhyd cuminique, 1,3-p-menthadien-7-al (**Verghese, 1991**).

II-2-1-1-7-Usages :

les graines de cumin en poudre ou en décoction, sont très utilisées dans le traitement des troubles gastro-intestinaux. Il est en effet recommandé comme stomachique, carminatif, antispasmodique et vermifuge. On emploie aussi sa décoction comme emménagogue. En usage externe, le cumin est utilisé en cataplasmes sur la nuque contre les oreillons (**Bellakhdar, 1997**). Les phytothérapeutes Indiens prescrivent le cumin contre les insomnies, les coups de froid et pour abaisser la fièvre. Mélangé au jus d'oignon, il forme une pâte que l'on applique sur les piqûres de scorpion (**Vican, 2001**). Dans la médecine Iranienne ancienne, les fruits de la plante ont été utilisés pour le traitement du mal de dents et l'épilepsie (**Janahmadi et al, 2006**).

Il est employé principalement en médecine Vétérinaire pour ces propriétés carminatives, il est supposé aussi, augmenter la lactation et réduire les nausées dans le cas de la grossesse (**Gram, 1997 ; Lavabre et Marcel, 1997 ; Joshi, 2000**). L'huile essentielle du cumin est meilleure que les antioxydants synthétiques conventionnels, montre une activité fongitoxique, ovicide (**Behera et al, 2004**) et antimicrobienne (**El- Sawi et Mohamed, 2002**).

Activité

Antibactérienne

II-3-Activité antibactérienne

II-3-1-Infections nosocomiales

Une infection est la pénétration et le développement d'un agent pathogène dans l'organisme (**Kabemba, 2008**).

On appelle infection nosocomiale (du grec *nosos*, maladie, et *komein*, soigner, et par extension, du latin *nosocomium*, hôpital), les maladies infectieuses contractées pendant une hospitalisation (**Meyer et al ; 2004**).

Une infection est nosocomiale (IN) si elle est acquise dans un établissement de soins et n'est ni en incubation ni présente à l'admission du malade. Le délai entre l'admission et le début de l'infection doit être de 48–72 heures pour les infections bactériennes et selon la période d'incubation, il peut être plus long dans les infections virales. Il est admis d'exclure les infections materno-fœtales survenant dans les 48 premières heures de vie (**Lachassinne et al ; 2004**).

Les infections nosocomiales les plus fréquemment rencontrées sont les infections urinaires (44%), des voies respiratoires (20%), du site opératoire (15%), cutanées (11%), les bactériémies (6%) et les infections sur cathéter vasculaire (4%) (**Jarlier, 2004; Le Loir et Gantier, 2009**).

II-3-1-1- Agents pathogènes

Les infections nosocomiales sont généralement dues à des bactéries commensales, ces bactéries sont souvent utiles au bon fonctionnement du corps humain, ainsi la flore bactérienne résidant dans notre tube digestif (*staphylocoque doré*, *Pseudomonas aeruginosa*...) est indispensable à la digestion ; en revanche, si pour une raison ou pour une autre lors d'une intervention chirurgicale, ces germes sont déversés dans la cavité abdominale et ils deviennent dangereux voir pathogènes, ou des bactéries saprophytes. Les principaux micro-organismes responsables sont les bacilles Gram négatif (53%) et les Cocci Gram positif (33%) : *Escherichia Coli* (21%), *Staphylococcus Auréus* (16%), *Pseudomonas Aeruginosa* (11%), *Enterococcus spp* (8%). Ces quatre espèces représentent 56% des micro-organismes retrouvés dans les infections nosocomiales (**Alfandari, 1997**).

Les bactéries ne sont pas les seuls agents responsables, les champignons notamment, *Aspergillus spp.*, *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans* et *Cryptosporidium*, les virus

tels que ceux de l'hépatite B et C, du HIV, d'Ebola, d'influenza, de l'herpès et de la varicelle, les virus respiratoires syncytiaux (VRS), les rotavirus, les entérovirus et les cytomégalovirus mais aussi, les parasites tels que *Giardia lamblia* et *Sarcoptes scabies*, peuvent également être des agents de transmission des infections nosocomiales (WHO, 2002).

II-3-1-1-1- Modes de transmission

II-3-1-1-1-1- Voie endogène

Les infections nosocomiales sont endogènes lorsque le malade s'infecte avec ses propres germes à la faveur de certains soins invasifs (actes chirurgicaux, sondage urinaire, pose et manipulation d'un cathéter, respiration artificielle...etc) et/ou en raison d'une fragilité particulière. On parle aussi d'auto-infections (Hocquet-Berg et Py, 2006; Hureau, 1999). Les portes d'entrée sont les lésions des muqueuses et les lésions cutanées. Les germes à potentiel infectieux sont les bactéries de la peau, de la surface des muqueuses et les germes intestinaux disséminés sur les téguments (Hygis, 1998).

II-3-1-1-1-2- Voie exogène

- **Hétéro-infection**

L'agent infectieux est transmis d'un malade à l'autre provoquant une infection dite croisée ou hétéro-infection. Il est rarement transmis par contact direct ou par voie aérienne. Le plus souvent, l'infection est manuportée ou transmise par le matériel d'exploration ou de soins. C'est le mode de contamination majeur lors de nombreuses épidémies et probablement le plus sensible aux mesures prophylactiques traditionnelles (hygiène des mains, procédures de désinfection et de stérilisation, sécurité de l'environnement) (Hygis, 1998).

- **Xéno-infection**

C'est une infection qui sévit sous forme endémique ou épidémique dans la population extrahospitalière. Les agents infectieux sont importés à l'hôpital par le malade, le personnel soignant, les visiteurs qui en sont atteints ou qui sont en phase d'incubation. Ils se transmettent par voie aérienne, par contact direct ou indirect et trouvent à l'hôpital des victimes particulièrement réceptives et des conditions de transmission facilitées (Berche *et al*, 1991; Hygis, 1998).

- **Exo-infection**

Cette infection est liée à des avaries techniques (stérilisation inefficace, filtre à air non stérile, eau polluée). Les matériaux à usage paramédical ou domestique sont utilisés auprès des malades ; ils sont susceptibles d'être contaminés et peuvent ainsi provoquer des infections nosocomiales souvent épidémiques (**Berche et al, 1991**).

II-3-1-1-1-3- Patient réceptif

Certaines pathologies entraînent une légère immunodépression, les malades à risque sont : les brûlés, les grabataires avec des escarres étendues, les polytraumatisés et les porteurs de dispositifs invasifs (assistance respiratoire, sonde urinaire, cathéters divers), les insuffisants respiratoires, les personnes âgées et surtout les nouveaux nés prématurés (**Berche et al, 1991**).

II-3-2- Les antibiotiques

On appelle « Antibiotique » toute substance naturelle d'origine biologique élaborée par un organisme vivant ou substance chimique produite par synthèse ou encore substance semi synthétique obtenue par modification chimique d'une molécule de base naturelle (**Auckenthaler et al, 1995**).

Le terme « antibiotique » a été restreint aux molécules antibactériennes qui agissent soit en bloquant la prolifération des bactéries (molécules bactériostatiques), soit en les détruisant (molécules bactéricides ou bactériolytiques) (**Clos, 2012**).

Par les différents modes d'action qu'ils possèdent, les antibiotiques peuvent agir sur : la synthèse du peptidoglycane et donc sur la paroi cellulaire (β -lactamines, glycopeptides, fosfomycine), les membranes (polymyxines), la synthèse protéique (macrolides et apparentés, aminosides, phénicolés, tétracyclines), la synthèse des acides nucléiques (quinolones, rifamycines, nitroimidazolés) et le métabolisme intermédiaire (sulfamides, triméthoprime)

(**Demoré et al ; 2012**)

II-3-3- La résistance bactérienne aux antibiotiques

La résistance des bactéries aux antibiotiques est connue depuis fort longtemps et son importance clinique survient très peu de temps après le début de l'antibiothérapie. Elle fait l'objet de publications et de nombreuses revues qui rendent compte de sa constante évolution.

Ses mécanismes sont mieux connus grâce aux progrès de la connaissance de la morphologie et du métabolisme bactérien.

La résistance naturelle ou intrinsèque correspond à la capacité de résister à la présence d'un antibiotique pour toutes les souches d'une espèce ou d'un genre bactérien. La Société Française de Microbiologie (SFM) définit la résistance naturelle comme la caractéristique d'une espèce bactérienne qui se traduit par des concentrations minimales inhibitrices (CMI) supérieures à la concentration critique des tests de sensibilité pour l'antibiotique concerné.

On oppose à la résistance naturelle, propriété d'espèce ou de genre, la résistance acquise qui est une propriété de souche. Cette dernière correspond à la capacité de supporter une concentration d'antibiotique beaucoup plus élevée que celle supportée par les autres souches de la même espèce. Elle peut s'acquérir soit par mutation chromosomique, soit par acquisition de matériel génétique exogène (**Prescott, 2000**).

II-3-4- Les huiles essentielles comme agents antibactériens

Les qualités microbiologiques des plantes aromatiques et médicinales sont connues. Toutefois, la première mise en évidence de l'action des huiles essentielles contre les bactéries a été réalisée en 1881 par Delacroix (**Boyle, 1995**). Depuis, de nombreuses huiles ont été définies comme antibactériennes (**Burt, 2004**). Leur spectre d'action est très étendu, car elles agissent contre un large éventail de bactéries, y compris celles qui développent des résistances aux antibiotiques. Cette activité est par ailleurs variable d'une huile essentielle à l'autre et d'une souche bactérienne à l'autre (**Kalemba et Kunicka, 2003 ; Oussou, 2009 ; Avlessi et al., 2012**).

L'activité biologique d'une huile essentielle est liée à sa composition chimique, aux groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, composés terpéniques et cétoniques) et à leurs effets synergiques (**Dorman et Deans, 2000; Ultee et al ; 2002**). Les composés chimiques de plus grande efficacité et à plus large spectre sont les phénols (thymol, carvacrol et eugénol), les alcools (α-terpinéol, terpinène-4-ol et linalol), les aldéhydes, les cétones et plus rarement les terpènes (**Cosentino et al, 1999; Dorman et Deans, 2000**).

Les huiles essentielles agissent aussi bien sur les bactéries à Gram positif que les bactéries à Gram négatif. Toutefois, les bactéries à Gram négatif paraissent moins sensibles à leur action et ceci est directement lié à la nature de leur paroi cellulaire (**Burt, 2004**). La

bactérie reconnue comme la moins sensible à leur effet reste néanmoins les bactéries à Gram négatif comme *Pseudomonas aeruginosa* (**Dorman et Deans, 2000**).

En fait, cette bactérie possède une résistance intrinsèque aux agents biocides, en relation avec la nature de sa membrane externe. Cette dernière est composée de lipopolysaccharides qui forment une barrière imperméable aux composés hydrophobes. En présence d'agents perméabilisant de la membrane externe, des substances inactives contre *Pseudomonas aeruginosa* deviennent actives (**Mann et al ; 2000**). Il semble que cette souche se révèle résistante à un très grand nombre d'huiles essentielles (**Hammer et al ; 1999 ; Deans et Ritchie, 1987**).

II-3-4-1- Mode d'action des huiles essentielles

Le mode d'action des huiles essentielles sur les cellules bactériennes n'est pas clairement élucidé (**Kalemba et Kunicka, 2003 ; Burt, 2004**).

Du fait de la variabilité des quantités et des profils des composants des huiles essentielles, il est probable que leur activité antimicrobienne ne soit pas attribuable à un mécanisme unique, mais à plusieurs sites d'action au niveau cellulaire. Etant donné la complexité de leur composition chimique, tout laisse à penser que ce mode d'action est assez complexe et difficile à cerner du point de vue moléculaire. Il est très probable que chacun des constituants des huiles essentielles ait son propre mécanisme d'action. Le mode d'action des huiles essentielles dépend en premier lieu du type et des caractéristiques des composants actifs, en particulier leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation de la membrane (**Cox et al., 2000 ; Carson et al., 2002**).

D'une manière générale, leur action se déroule en trois phases :

- Attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- Destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie (**Daferera et al ., 2003**)(**figure n°10**).

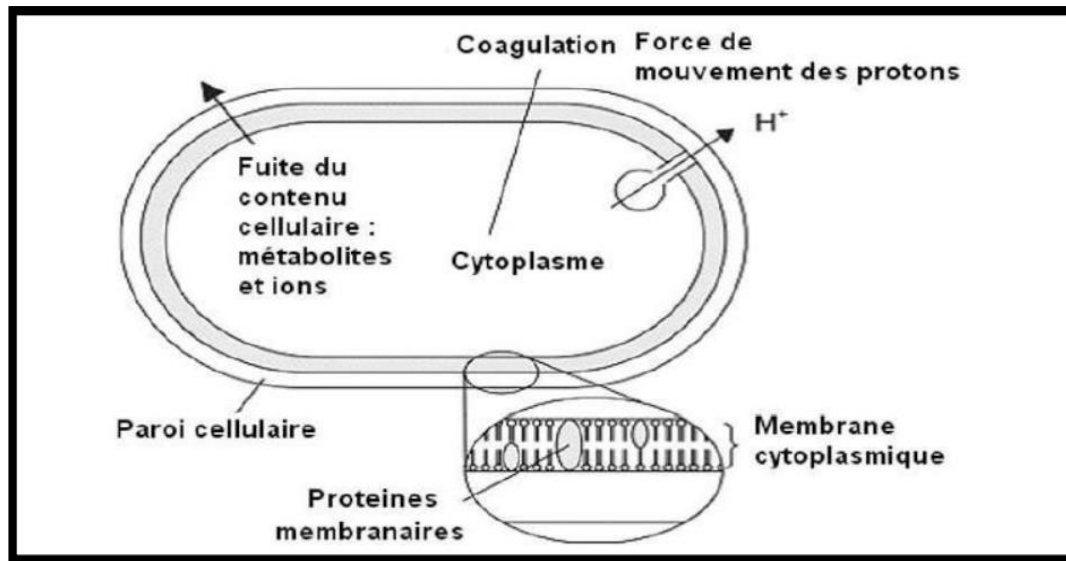


Figure n°10 : Action des huiles essentielles et de leurs constituants sur la cellule bactérienne (Burt, 2004).

Matériel et méthodes

III-Matériel et méthodes

III-1- Matériel végétal

Les graines de *Cumin Cuminum Cyminum* ont été achetées, sous forme séchée, chez un herboriste de la wilaya de Mostaganem. En surveillant l'odeur forte et la couleur éclatante caractéristique de cette épice. Finalement ont été conservées dans des sachets hermétiques pour servir ultérieurement à l'extraction des huiles essentielles (**figure n°11**).



Figure n°11 : Les graines du *C. cyminum* (photo original 2020).

III-2-Huiles essentielles

III-2-1- Procédés d'extraction

L'extraction d'huile essentielle de *C. cyminum* a été réalisée par la méthode d'entraînement à la vapeur d'eau.

III-2-1-1- Entraînement à la vapeur d'eau

L'extraction des huiles essentielles des graines de *C. cyminum* a été réalisée à l'aide d'un vapodistillateur de type SPRING A 105 12 Litres (**figure n°12**). Pour ce faire, 1 Kg 500 de matériel végétal est placé sur une grille qui surmonte l'eau en ébullition. Les vapeurs formées dans l'extracteur traversent la plante, libèrent l'huile du tissu végétal et l'entraînent avec elles. Après condensation dans le réfrigérant, celles-ci chutent et sont récupérées dans une ampoule de décantation, l'eau et l'huile se séparent par différence de densité .L'huile

obtenue est conservée à une température de 4 et 6 °C dans des tubes en verre opaques, fermés hermétiquement pour la préserver de l'air et de la lumière jusqu'à son usage.

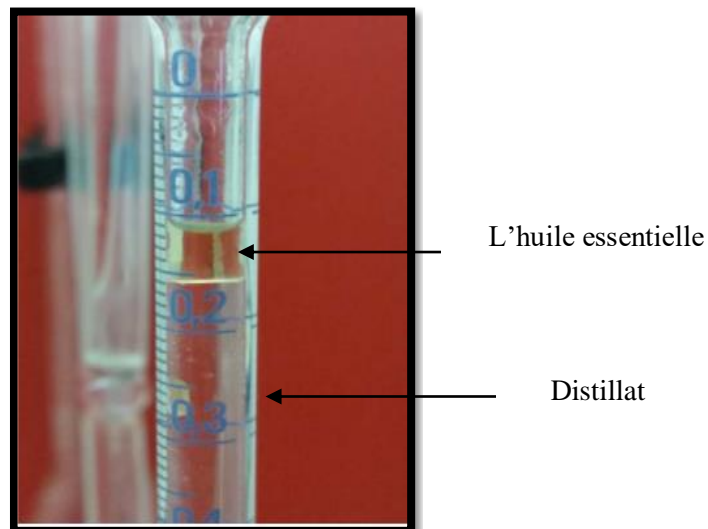


Figure n°12 : Montage de l'extraction par entrainement à la vapeur (photo originale, 2020).

III-2-2- Calcul du rendement

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

$$RHE = M'/M \times 100$$

RHE : Rendement en huile essentielle en % ;

M' : Masse d'huile essentielle en gramme ;

M : Masse de la plante en gramme.

III-3- Procédés d'étude microbiologique

III-3-1- Souches bactériennes testées

Pour évaluer l'effet antibactérien des huiles essentielles de *C. cyminum* nous avons choisi 3 bactéries de références (deux Gram négatives et une Gram positive) pour leur pathogénicité et leur implication fréquente dans l'infection nosocomiale (**Tableau n°1**).

Pour notre étude, nous avons testé la sensibilité de ces trois bactéries provenant de l'Institut Pasteur d'Alger vis-à-vis des agents antimicrobiens standards (antibiotiques) et biologiques (huiles essentielles).

Tableau n°1 : Liste des souches bactériennes testées :

Souche	Code	Gram	Source
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923	positive	Institut Pasteur d'Alger
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922	négative	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853	négative	

ATCC: American Type Culture Collection.

III-3-2- Milieux de culture utilisés

Les milieux de culture utilisés pour les différents tests microbiologiques sont les suivants (**annexe n°1**) :

- Bouillon nutritif ;
- gélose nutritive ;
- milieu Mueller Hinton (M.H) liquide et solide.

III-3-3- Préparation de l'inoculum

A partir d'une culture pure des bactéries conservées à 4°C, on a prélevé à l'aide d'une anse de platine, quelques colonies. On a déchargé l'anse dans 5 ml de bouillon nutritif et incubé en over night .pour des ensemencements ultérieurs, on a homogénéisé la suspension

bactérienne par un vortex. son opacité doit être équivalente à une DO de 0.08 à 0.01 lue à 625nm (Bekhichi *et al.*, 2008). A l'aide d'un spectrophotomètre de type SECOMAM, 1304 UV-VIS. La concentration finale obtenue est de 10^8 germes/ml de suspension bactérienne (Bekhichi *et al.*, 2008).

III-3-4- Etude de la sensibilité des souches vis-à-vis des agents antimicrobiens standards (Antibiotiques) :

Le but de la réalisation d'un antibiogramme est de prédire la sensibilité d'un germe à un ou plusieurs antibiotiques dans une optique essentiellement thérapeutique (Burnichon et texier, 2003). Nous avons testés Quatre antibiotiques utilisées dans le traitement des infections nosocomiales. Cette étude a pour but de comparer l'effet des antibiotiques avec l'effet de l'huile essentielle de *C. cyminum*.

L'étude a été réalisée comme suit:

- On a ensemencé avec 0.1 ml de la suspension bactérienne testés, la boîte de Pétri préalablement coulé par le milieu Muller Hinton. L'excédent de l'inoculum a été éliminé par aspiration (Shunying *et al.*, 2005).
- A l'aide d'une pince stérile, on a déposé les disques d'antibiotiques sur la surface du milieu Muller Hinton et on l'a pressé légèrement.
- Après un temps d'incubation de 30 min à la température ambiante de laboratoire (Hellal, 2011). On a incubé les boîtes dans une étuve à 37°C pendant 24 heures.
- La lecture des résultats a été faite par la mesure de la zone d'inhibition qui est présenté par une aréole formée autour de chaque disque où aucune croissance n'est observée.

III-3-5- Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles

III-3-5-1- Technique d'aromatogramme (méthode de Vincent)

La réalisation de cette méthode repose sur le principe de l'antibiogramme (NCCLS, 1997). Des disques stériles de papier Wattman de 6 mm de diamètre, contenant 15 µl d'huile essentielle à tester, sont déposés à l'aide d'une pince stérile à la surface d'un milieu gélosé approprié pour chaque souche, préalablement ensemencé avec 100 µl de suspension bactérienne dont la turbidité a été ajustée à 10^8 UFC/ml. (Haddouchi *et al* ; 2009).

Des témoins ont été utilisés comme contrôle négatif. Les boîtes de Pétri sont ensuite fermées et laissées diffuser à température ambiante pendant 1H avant d'être incubées à 37°C pendant 24H. Les essais sont effectués en triple. L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle est déterminée en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition formée autour de chaque disque.

III-3-5-2- Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

La CMI est définie comme étant la plus faible concentration en huile essentielle capable d'inhiber la croissance microbienne de 90% (Skandamis et Nychas, 2001). Sa détermination a été réalisée par la méthode de macrodilution en milieu liquide. L'huile essentielle est tout d'abord préparée par émulsion dans une solution d'agar à 0.2% afin de disperser les composés et d'améliorer leur contact avec les germes à tester. Des dilutions successives de la solution obtenue est ensuite effectuée par progression géométrique de raison 2 de façon à obtenir les dilutions suivantes : 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 et 1/128 (Oussou *et al.*, 2004). La gamme de concentrations finales d'huile essentielle utilisée va de 0.0781 à 10 µl/ml (v/v).

Pour les bactéries, 0.2 ml de chacune des solutions d'huile essentielle est introduit dans un tube de la série expérimentale contenant 1.8 ml d'une suspension bactérienne préparée dans le bouillon Mueller Hinton et dont la turbidité est comprise entre 5. 10⁵ et 5. 10⁷ bactéries/ml. L'ensemble est incubé à 37°C pendant 24H (Okou *et al.*, 2006; Koné *et al.*, 2007).

La lecture des résultats se fait à l'œil nu par observation du changement de turbidité dans les tubes après incubation et par comparaison avec les contrôles. Un tube ne contenant que le milieu de culture et l'inoculum est utilisé comme contrôle négatif tandis que, des tubes contenant le milieu de culture stérile et une concentration d'huile essentielle déterminée sont utilisés comme contrôles positifs (série de référence). Les essais sont effectués en triple pour chacune des concentrations d'huile essentielle utilisées. La CMI correspond à la plus faible concentration d'huile à laquelle aucune croissance microbienne n'est visible (CLSI, 2002;

Oussou *et al.*, 2004).

III-4- Activité insecticide (toxicité par fumigation de l'HE) :

III-4-1-Élevage d'insecte

Spodopetera littoralis a été élevée en vertu des conditions de laboratoire, sur un artificiel régime alimentaire pendant plusieurs générations.

III-4-2-Test de Fumigation

- *Spodopetera littoralis* en troisième stade larvaire (L3), ont été placés dans des gobelets de 40 ml de volume.
- Un papier filtre (wattman) a été fixée sur le couvercle des gobelets après son inhibition par l'huile essentielle de *C. cyminum* d'Algérie testé (**Ben-khalifa et al., 2018**).
- 4 doses étaient testées soit 1, 2, 4, 8µl, ainsi, les concentrations testées correspondaient respectivement à 25, 50,100 et 200 µl/l air. Chaque traitement, en plus du test témoin, a été répété 5 fois (**Ben-khalifa et al., 2018**).

Résultats et discussions

IV- Résultats et discussions

Vue la pandémie de Covid-19, on n'a pas pu réaliser la partie pratique. Pour terminer ce travail on a décidé de discuter les résultats de plusieurs travaux qui vont dans le même sens que notre travail.

IV-1- Huiles essentielles

IV-1-1- Rendement en huile essentielle

La **figure n°13** montre les rendements des huiles essentielles de *C. cyminum* obtenus par sept travaux.

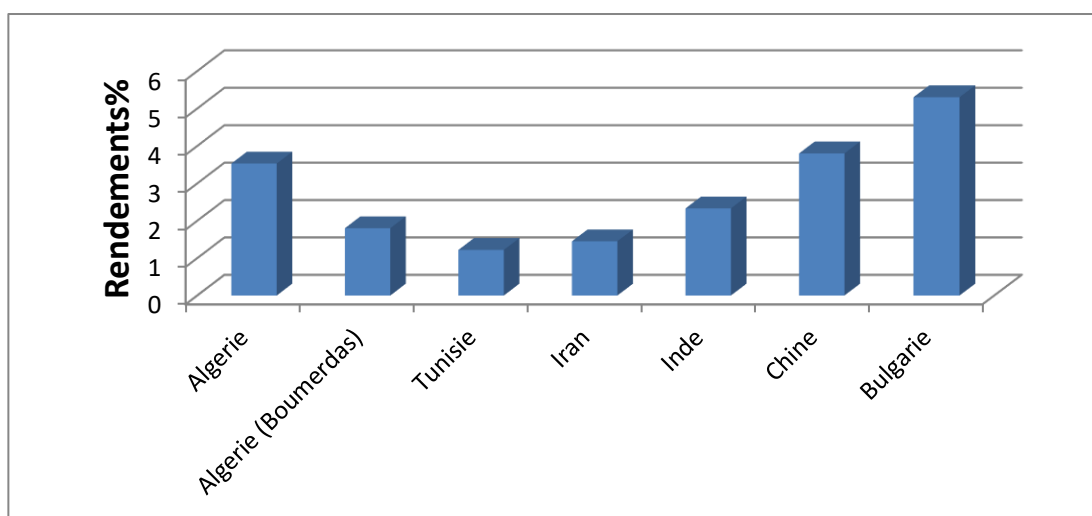


Figure n°13 : Rendement en huiles essentielles de *C. cyminum* obtenus par sept travaux.

La **figure n°13** montre que les rendements des huiles essentielles de *C. cyminum* des sept travaux sont de 5.3%, 3,80%, 3.53%, 2.33%, 1.80%, 1.45% et 1.22% pour la Bulgarie (Jirovetz *et al.*, 2005), la Chine (Li et Jiang, 2004), l'Algérie (Moumen Chentouf *et al.*, 2016), l'Inde (Sowbhagya *et al.*, 2008), Boumerdas (Algérie) (Yahiaoui *et al.*, 2018), l'Iran (Mehdi *et al.*, 2007) et la Tunisie (Hajlaoui *et al.*, 2010) respectivement. Le rendement le plus élevé a été obtenu *C. cyminum* de la Bulgarie (5.3%) (Jirovetz *et al.*, 2005) et le plus pas avec *C. cyminum* de la Tunisie 1.22% (Hajlaoui *et al.*, 2010).

Les différences de quantités d'huile essentielle observées chez *C. cyminum*, peuvent être influencé par plusieurs facteurs tels que la zone géographique de collecte, le climat, la génétique de la plante, l'organe utilisé, le stade de développement, le degré de fraîcheur, la période de séchage, la méthode ainsi que le matériel d'extraction utilisés (Sefidkon *et al.*, 2001; Vekiari *et al.*, 2002).

IV-2- Etude de l'activité antibactérienne

IV-2-1- Etude de la sensibilité des souches vis-à-vis des agents antibactérienne standards

Une étude fait par *Saeed et al., (2016)* en Iran montre l'évaluation de l'activité antibactérienne de 4 antibiotiques sur *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *staphylococcus aureus* ATCC 25923 (**tableau n°2**).

Selon *Ponce et al., 2003* et *Moreira et al.,2005*, la sensibilité des germes a été classée par le diamètre des halos d'inhibition comme suit : non sensible (-) pour les diamètres moins de 8 mm ; sensible (+) pour les diamètres de 9 à 14 mm ; très sensible (++) pour les diamètres de 15 à 19 mm et extrêmement sensible (+++) pour les diamètres de plus de 20 mm.

Tableau n°2 : Résultats de l'activité antibactérienne des antibiotiques exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition en mm :

Agent Anti-bactérienne	E. coli ATCC 25922	P. aeruginosa ATCC 27853	S. aureus ATCC 25923
CIP	28	28	20
SXT	22	8	22
GM	22	14	20
AMX	17	7	7

CIP : ciprofloxacine, SXT : clotrimazole, GM : gentamicin, AMX : amoxicilline

Nous constatons d'après les résultats présentés dans **tableau n°2** que les souches bactériennes testées ont présenté différents degrés de sensibilité à la plupart des agents antibactérienne employés. Les diamètres des zones d'inhibition enregistrés varient entre 7mm et 28 mm.

Les antibiotiques qui ont donné les plus grandes zones d'inhibition sont ciprofloxacine (CIP) contre *Escherichia coli* ATCC 25922, et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC

27853 (28 mm), et *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (20mm), clotrimazole (SXT) contre *Escherichia coli* ATCC 25922, et *staphylococcus aureus* ATCC 25923 (22mm) Et gentamicin (GM) contre *Escherichia coli* ATCC 25922 (22mm), et *staphylococcus aureus* ATCC 25923(20mm). Les antibiotiques qui ont donné des zones d'inhibition moyenne sont amoxicillin contre *Escherichia coli* ATCC 25922 (17mm) et gentamicin contre *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 (14mm).

Et enfin, ceux qui se sont montrés inactifs et donné des faible zones d'inhibition sont clotrimazole (SXT) contre *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 (8mm), et amoxicillin(AMX) contre, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, et *staphylococcus aureus* ATCC 25923 (7mm) (*Saee et al., 2016*).

IV-2-2-Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles
IV-2-2-1- Technique de l'aromatogramme (Méthode de Vincent)

Les résultats de trois travaux sur l'effet des huiles essentielles de *Cumin cyminum* de Tunisie, d'Algérie et d'Iran sur la croissance sont représentés dans le **tableau n°3**.

Tableau n°3: comparaison des Résultats de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *C. cyminum* de trois études exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition en mm

bactérie	<i>Cumin cyminum</i>	<i>Cumin cyminum</i>	<i>Cumin cyminum</i>
	Tunisie	Algérie	Iran
<i>E. coli</i> ATCC 25922	12	20	23
<i>P.aeruginosa</i> ATCC 27853	11,67	0	20
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	10	6	7

Le **tableau n°3** montre que les huiles essentielles de *C. cyminum* ont exercé un pouvoir antibactérien important sur la croissance des trois bactéries. L'huile essentielle de *C. cyminum* de Tunisie a montré un effet inhibiteur important sur les trois bactéries testées (**Hajlaoui et al., 2010**). Ces résultats sont analogues à l'huile essentielle de *C. cyminum* d'Iran

(Mehdi *et al.*, 2007). L'huile essentielle d'Algérie a montré un effet inhibiteur que sur *Escherichia coli* ATCC25922 (Yahiaoui *et al.*, 2018). Ces différences d'effet sont peut-être dues à la composition chimique des huiles essentielles de *C. cyminum*.

IV-2-2-2-Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) :

Tableau n°4: comparaison des Résultats de CMI des huiles essentielles de *C. cyminum* de Tunisie, Algérie et Iran exprimés par en µl/ml:

Bactéries	<i>C. cyminum</i> Tunisie	<i>C. cyminum</i> Algérie	<i>C. cyminum</i> Iran
<i>E. coli</i> ATCC 25922	0.078	20.40	0.25
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	ND	ND	0.25
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	0.078	111.1	ND

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice, ND : indéterminée

Au vu des résultats présentés dans le **tableau n°4**, il ressort que les huiles essentielles des graines du *C. cyminum* des 3 pays ont montrées une bonne efficacité contre les 3 souches bactériennes suites aux valeurs faible de CMI obtenus.

Les plus faibles CMI obtenues sont celle des huiles essentielles de *C. cyminum* de la Tunisie avec 0.078µl/ml pour *E. coli* ATCC 25922 et *S. aureus* ATCC 25923 (Hajlaoui *et al.*, 2010). Les huiles essentielles de *C. cyminum* d'Iran sont classées en deuxième lieu avec 0.25 µl/ml pour *E. coli* ATCC 25922 et *P. aeruginosa* ATCC 27853(Mehdi *et al.*, 2007). Tandis que la plus haute CMI est celle des huiles essentielles *C. cyminum* d'Algérie avec 20.40 µl/ml pour *E.coli* ATCC 25922 et 111.1µl/ml pour *S. aureus* ATCC 25923(Yahiaoui *et al.*, 2018).

Il a été démontré que la majorité des huiles essentielles testées pour leur propriété antimicrobienne, ont un effet plus prononcé contre les souches Gram positives que contre les Gram négatives (Kalemba et Kunicka, 2003; Trombetta *et al.*, 2005). Cela est dû aux différences structurales entre les parois cellulaires. En effet, les Gram négatifs possèdent une membrane externe composée de chaînes de lipopolysaccharides. Cette couche forme une

barrière de perméabilité hydrophile qui restreint la diffusion de composés hydrophobes tels que ceux présents dans les huiles essentielles (Nikaido et Vaara, 1985; Trombetta *et al.*, 2005).

À noter que l'efficacité d'une huile essentielle est inversement proportionnelle à la valeur de sa CMI vis-à-vis d'une souche donnée. (Yahiaoui *et al.*, 2018).

Généralement, il est bien admis que les activités varient selon la composition chimique des huiles essentielles. Ainsi, les composés majeurs d'une huile essentielle. Donnée reflètent souvent son activité biologique (Valero et Giner, 2006). Et aussi, il a été estimé que l'activité antimicrobienne de certaines huiles essentielles. Pourrait être attribuée à la présence des composés mineurs présents à de faible taux non négligeables tel que : le nérol, le néral, carvacrol, et eugénol connus pour exhiber une activité Antibactérienne impliqués dans les phénomènes de synergie entre les différents constituants qui peuvent être à l'origine d'une activité antimicrobienne beaucoup plus prononcée que celle Prévisible par les composés majoritaires (Delaquis, 2002).

IV-3-Activité insecticide

Les résultats de l'effet insecticide des huiles essentielles de *C. cyminum* ont montré que la mortalité augmente en augmentant les doses (**tableau n°5**). Le taux de mortalité était faible à modérés à une concentration d'huile essentielle de *C. cyminum* dans l'air de 25 µl/l air. À 50 µl/l air d'huile essentielle de *C. cyminum*, la mortalité des insectes a atteint 60%. A une dose plus élevée 200 µl/l air le taux de mortalité a atteint 100%. (**Ben-khalifa *et al.*, 2018**).

Tableau n°5 : Pourcentage (%) de mortalités des *S. littoralis* après 24 heures de fumigation à différents concentrations d'huile essentielle (Ben-khalifa *et al.* 2018).

Concentrations (μl/l air)	Mortalité (%)
0	0
25	4
50	60
100	74
200	100

D'après cette étude on n'a constaté que les huiles essentielles de *C. cyminum* Ont un effet insecticide important. On n'a pas trouvé autres travaux sur ce sujet dans la littérature pour comparer cette étude avec eux.

Conclusion

V-Conclusion

Dans cette étude on a comparée le rendement, l'activité antibactérienne et l'activité insecticide de l'huile essentielle de *C. cyminum* de quelques travaux.

Les rendements des huiles essentielles de *C. cyminum* des sept travaux sont de 5.3%, 3,80%, 3.53%, 2.33%, 1.80%, 1.45% et 1.22% pour la Bulgarie, la Chine, l'Algérie, l'Inde, Boumerdas (Algérie), l'Iran, et la Tunisie respectivement (**Jirovetz et al., 2005; Li et Jiang, 2004 ; Moumen Chentouf et al., 2016 ; Sowbhagya et al., 2008 ; Yahiaoui et al., 2018 ; Mehdi et al., 2007; Hajlaoui et al., 2010**). Le rendement le plus élevé a été obtenu *C. cyminum* de la Bulgarie 5.3% (**Jirovetz et al., 2005**), et le plus pas avec *C. cyminum* de la Tunisie 1.22% (**Hajlaoui et al., 2010**).

Les antibiotiques les plus puissants testés sont :

- ciprofloxacine (CIP) contre *Escherichia coli* ATCC 25922, et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 (28 mm), et *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (20mm) ;
- clotrimazole (SXT) contre *Escherichia coli* ATCC 25922, et *staphylococcus aureus* ATCC 25923 (22mm) et ;
- gentamicine (GM) contre *Escherichia coli* ATCC 25922 (22mm), et *staphylococcus aureus* ATCC 25923(20mm) (**Saeed et al., 2016**).

Les antibiotiques qui ont donné des zones d'inhibition moyenne sont :

- amoxicilline contre *Escherichia coli* ATCC 25922 (17mm) et ;
- gentamicine contre *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 (14mm) (**Saeed et al., 2016**).

Les résultats de l'aromatogramme de 3 travaux (Tunisie, Iran et Algérie) variaient selon les souches testées. L'huile essentielle de *C. cyminum* de Tunisie a montré un effet inhibiteur important sur les trois bactéries testées (**Hajlaoui et al., 2010**). Ces résultats sont analogues à l'huile essentielle de *C. cyminum* d'Iran (**Mehdi et al., 2007**). L'huile essentielle d'Algérie a montré un effet inhibiteur que sur *Escherichia coli* ATCC25922 (**Yahiaoui et al., 2018**). Ces différences d'effet sont peut-être dues à la composition chimique des huiles essentielles de *C. cyminum*.

En peut dire que l'effet de l'huile essentielle de *C. cyminum* n'est pas négligeable par rapport à l'effet des antibiotiques.

Les résultats de la CMI montrent que l'huile essentielle de *C. Cyminum* à une bonne efficacité contre les 3 souches bactériennes étudiées Les plus faibles CMI obtenues sont celle des huiles essentielles de *C. cyminum* de la Tunisie avec 0.078µl/ml pour *E. coli* ATCC 25922 et *S. aureus* ATCC 25923(Hajlaoui *et al.*, 2010). Les huiles essentielles de *C. cyminum* d'Iran sont classées en deuxième lieu avec 0.25 µl/ml pour *E. coli* ATCC 25922 et *P. aeruginosa* ATCC 27853(Mehdi *et al.*, 2007). Tandis que la plus haute CMI est celle des huiles essentielles *C. cyminum* d'Algérie avec 20.40 µl/ml pour *E.coli* ATCC 25922 et 111.1µl/ml pour *S. aureus* ATCC 25923(Yahiaoui *et al.*, 2018).

Une étude fait sur l'activité insecticide de *C. cyminum* montre que L'huile essentielle de *C. cyminum* a une activité insecticide très importante contre *Spodopetera littoralis* dans les concentrations 50(µl/l air) ; 100(µl/l air) ; 200(µl/l air) avec des pourcentages de mortalité 60% ; 74% et 100% respectivement (Ben-khalifa *et al.* 2018).

La conclusion de cette étude nous permet de dégager un certains nombres de perspectives faisant suite à ce travail. Ainsi, nous envisageons de :

- Testant d'autres méthodes d'extraction et leurs influences sur le rendement de *C. cyminum*.
- Rechercher l'activité antioxydant de *C. cyminum*.
- Rechercher l'activité de l'huile essentielle de *C. cyminum* sur les insectes phytophages.

Références

bibliographiques

VI-Références bibliographiques

- Aburjai T., Nasheh F.M ., 2003** .plants used in cosmetics. *Pytother. Res*, 17, 987-1000P
- Achour Ait Hellal., Khemissi Haderbache, 2010**, éditions universitaire de béjaia, achour, les techniques d'extarction des huiles essentielles par Micro ondes.
- Aćimović M ., Kostadinović L, 2015**, "Apiaceae seeds as functional food," *J. Agric.*, vol. 60, no. 3, pp. 237–246.
- AFNOR (Association Française de Normalisation), 1986**, Recueil des normes françaises 'huiles essentielles'. *AFNOR, Paris*, 57p
- Agence Française de Sécurité Sanitaire des produits de santé (AFSSAPS), 2008**, Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. Contribution pour l'évaluation de la sécurité des produits cosmétiques contenant des huiles essentielles.
- Alfandari S, 1997**, Infections nosocomiales. Epidémiologie, critères du diagnostic, prévention et principe du traitement. *Impact internat: Maladies infectieuses*, **4**, 161-168p.
- APGIII, 2009**. An update of the Angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical J. of the linnean Society*. 161, 105-121.
- Attokaran M, 2011**, Natural Food Flavors and Colorants, Ed. John Wiley & Sons-chap 44.
- Auckenthaler R., Bergogne B., Dellamonica P, 2010**, Activité antibactérienne. Spectre. Mode d'action. Cibles bactériennes In : Antibiothérapie en pratique clinique. Edt Masson, 17-32p
- Avlessi F., Alitonou G.A., Djenontin T S., Tchobo F., Yèhouéno B., Menut C., Sohounhloué D, 2012**, Chemical composition and Biological activities of the Essential oil extracted from the Fresh leaves of *Chromolaena odorata* (L. Robinson) growing in Benin. *ISCA Journal of Biological Sciences*, 1(3): 7-13.
- Bagci E, 2007**, 'Fatty acids and tocopherol patterns of some Turkish Apiaceae (Umbelliferae) plants; a chemotaxonomic approach', *Acta Bot. Gall.*, vol. 154, no. 2, pp. 143–151.
- Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M, 2008**, Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology*, **46**, 446-475p
- Bego Ph, 2001**, Connaitre l'essentiel sur les huiles essentielles. Collection aromathérapie pratique et familiale, Ed. MDB Paris, p.2-3.

- Behera S., Nagarajan S., Rao L.J.M, 2004**, Microwave heating and conventional roasting of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) and effect on chemical composition of volatiles. *Food Chem.* **87**: 25-29.
- Bekhhechi C., Atik-Bekkara F., Abdelouahid E, 2007**, Composition et activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* d'Algérie, **6** :153-159.
- Belaiche P, 1979**, Aromatogramme. In Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Edition Maloine-S-S, tome I. p. 9-20
- Bellakhdar, J, 1997**, La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ibis Press (Ed). Paris, 764 p.
- Benjlali B, 2004**, Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier de l'entraînement a la vapeur d'eau et ses équipements. Manuel pratique. Huiles essentielles : de la plante a la commercialisation. P 17-59.
- Ben-khalifa N.E ., Chaieb I., Laarif A., Haouala R, 2018**. Insecticidal activity of six Apiaceae essential oils against *Spodoptera littoralis* Biosduval (Lepidoptera: Noctuidae), *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, **55** (1), 3603-3609.
- Berche P., Gallard J.L., Simonnet M, 1991**, Les infections nosocomiales d'origine bactérienne et leur prévention. Bactériologie des infections humaines de la biologie à la clinique. *Flammarion, Paris*, 64-71p
- Besombes C, 2008**, Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques Applications généralisées. Thèse de Doctorat D'Université de la Rochelle. France.
- Boyle W, 1955**, Spices and essential oils as preservatives. *Am. Perfurmer Essent. Oil Rev.*
- Boz I., Burzo I., Zamfirache M.M., Toma C., Padurariu C, 2009**, Glandular trichomes and essential oil composition of *Thymus pannonicus* All. (*Lamiaceae*). *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Biologie*, 36-39p
- Bremness, L, 2002**, Plantes aromatiques et médicinales. Bordas (Ed). Paris, 303 p.
- Bruneton J, 1993**, Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. *2ème édition, Tec & Doc. Lavoisier. Paris*, 915p
- Bruneton J, 1999**, Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. *3ème édition, Tec & Doc. Lavoisier, Paris*, 1120p
- Bruneton J, 1999**, Pharmacognosie-Phytochimie, Plantes médicinales, *Tec et Doc, Paris*, 1119
- Bruneton J, 2005**, Pharmacognosie. Photochimie .plant médicinales. 3^e édition. Editions Tec&Doc. Editions médicales internationaux.

- Burnichon N ; et Texier A, 2003**, L'antibiogramme de la détermination des sensibilités aux antibiotiques. DES bactériologies.
- Burt S, 2004**, Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods: A review. *Int. J. Food Microbiol.* 94: 223-253.
- Canter P. H., Thomas H., Ernst E, 2005**, "Bringing medicinal plants into cultivation: opportunities and challenges for biotechnology.," *Trends Biotechnol.*, vol. 23, no. 4, pp. 180–5.
- Carson C.F ; Rilley T.V., Bosque F, 2002**, Antimicrobial activity of the major components of essential oil of *Malaleuca alternifolia*. *J. Appl. Bacteriol.* 78: 264-269.
- Chaintreau A.D. Joulain C., Marin C.O., Schmidt., M. Vey, 2003** : GC-MS quantitation of fragrance compounds suspected to cause skin reactions. 1. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(22): 6398-6403p.
- Christensen L, and Brandt K, 2006**, "Bioactive polyacetylenes in food plants of the Apiaceae family: occurrence, bioactivity and analysis," *J. Pharm. Biomed.*, vol. 41, pp. 683–693.
- Clos J, 2012**, Immunité chez les animaux et les végétaux : Aspects fondamentaux et physiopathologiques. *Lavoisier, Paris*, 432p
- CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute), 2002**, Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of conidium-forming filamentous fungi. *Wayne (Approved Standard M38-A)*.
- Cosentino S., Tuberoso C.I.G., Pisano B., Satta M.V., Arzedi E., Palmas F, 1999**, *In vitro* antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian *Thymus* essential oils. *Lett Appl Microbiol*, 29, 130-135p
- Couic-Marinier F., Lobstein A, 2013**, Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. *Actualités pharmaceutiques*; 52 (525) : 18-21.
- Cox S.D., Mann C.M., Markham J.L., Bell H.C., Gustafson J.E., Warmington J.R., Wyllie S.G, 2000**, The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Journal of Applied Microbiology*, 88(1), 170-175p
- Daferera DJ., Ziogas BN., Polissiou MG, 2003**, The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop. Protection.* 22 :39–44
- Daniel Z., Maria H, 2000**, Domestication of Plants in the Old World, vol. 531, third ed. University Press, Oxford, pp. 206.
- Deans S.G., Ritchie G, 1987**, Antibacterial properties of plant essential oils. *International Journal of Food Microbiology* 5:165-180.

Delaquis P.J., Stanich K., Girad B., Mazza G, 2002, Antimicrobial activity of individual and mixed fraction of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oil. *International Journal of Food Microbiology* ,74(1-2), 101-109

Demoré B., Grare M., Duval R.E, 2012, Généralités sur les antibiotiques par voie systémique et principes d'utilisation. *In* : Pharmacie clinique et thérapeutique (coordonné par J Calop., S Limat., C Fernandez et G Aulagner). *4ème édition, Elsevier Masson, Paris*, pp 801-844.

Deroin T, 1988, Biologie florale d'une Annonacée introduite en Côte D'Ivoire : *Cananga odorata* (Lam.) Hook.f. & Thoms. *Bulletin du Musée National d'Histoire Naturelle*, *10*(4), 377-393p

Dethier M, 1996, Contribution à l'étude des plantes aromatiques du Burundi. *Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, France*, 182p

Dorman H.J., Deans S.G, 2000, Antimicrobial agents from plants: antimicrobial activity of plant volatils oils. *Journal of Applied Microbiology*. **88**: 308-316.

El-Sawi S.A., Mohamed M.A, 2002, Cumin herb as a new source of essential oils and its response to foliar spray with some micro-elements. *Food Chem*. **77**: 75-80.

Fanar H.Y.H, 2014, Chromatographic separation and identification of some volatile oils, organic acids and phenols from the seeds of *cuminum cyminum* growing in Iraq. *IJRRAS*. *19* (1), 80-90.

Fantino N.S, 1990, Etude du polymorphisme au d'une population de lavande (*lavandula angustifolia* Mill).Détermination de critères précoces de sélection. Thèse de doctorat. Université de la Rochelle. p : 41-45.

Fillatre Y, 2011, Produits phytosanitaires: Développement d'une méthode d'analyse multi-résidus dans les huiles essentielles par couplage de la chromatographie liquide avec la spectrométrie de masse en mode tandem. Université d'Angers.

Fischer N.H., Williamson G.B., Weidenhamer J.D., Richardson D.R, 1994, In search of allelopathy in the Florida Scrub- the role of terpenoids. *J. Chem. Ecolo*, **20**, 1355-1380p

Ghahreman A, 1994, Chromophytes of Iran. 2 ed. Tehran: Tehran University.

Gilly G, 2005, Les plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse: botanique, culture, chimie, production et marché, Ed. L'Harmattan, pp 102-105.

Goeb Ph, 1999, Aromatherapie pratique et familiale. Ed. MDB.

Gram Cass, 1997, Cumin oil as a plant and spice, self published, Buffalo Grove. Illinois.

- Haddouchi F., Lazouni H.A., Meziane A., Benmansour A, 2009**, Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss & Reut. *Afrique Science*, 5(2), 246-259p.
- Hajlaoui H., Mighri H., Noumi E., Snoussi M., Trabelsi N., Ksouri R., Bakhrouf A, 2010**, Chemical composition and biological activities of Tunisian *Cuminum cyminum* L. essential oil: A high effectiveness against *Vibrio* spp. Strains. *Food and Chemical Toxicology* 48, 2186–2192.
- Hammer K.A., Carson C.F., Riley T.V, 1999**, Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts, *Journal of Applied Microbiology*. **86**: 985–990.
- Hanberger H., Garcia-Rodriguez J.A., Gobernado L., Goossens H., Nilsson L.E., Struelens M.J, 1999**, Antibiotic susceptibility among aerobic gram-negative bacilli in intensive care units in 5 European countries. French and Portuguese ICU Study Groups. *JAMA*, **281**(1), 67-71p
- Hellal Z, 2011**, Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des *Citrus*. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*).Mémoire de magister. Université de Tizi-Ouzou, Algérie, 120p
- Hocquet-Berg S., Py B, 2006**, La responsabilité du médecin. *Heures de France, Paris*, 179p
- Hureau J, 1999**, Les infections nosocomiales : Risques, préventions, responsabilités. *Experts*, **42**, 20-24p
- Hygis N, 1998**, Hygiène hospitalière. *Presses Universitaires de Lyon, France*, 666p
- Isman M.B, 2000**, Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, **19**, 603-608p
- Jacques G., Paltz s.a, 1997**, « Le fascinant pouvoir des huiles essentielles ». Fascicule du laboratoire "Jacques Paltz".
- Janahmadi M., Niazi F., Danyali S., Kamalinejad M, 2006**, Effects of the fruit essential oil of *Cuminum cyminum* Linn. (Apiaceae) on pentylenetetrazol-induced epileptiform activity in F1 neurones of *Helix aspersa*. *J Ethnopharmacol*. **104**: 278-282.
- Jarlier V, 2004**, Bactéries multirésistantes dans les hôpitaux français : Des premiers indicateurs au réseau d'alerte d'investigation et de surveillance des infections nosocomiales (Raisin). *Bull Epidemiol Hebdo*, 32-33, 148-151p
- Jirovetz L., Buchbauer G., Stoyanova A.S., Georgiev E.V., Damianova S.T, 2005**, Composition , quality control and antimicrobial activity of the essential oil of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds from Bulgaria that had been stored for up to 36 years, *International Journal of Food Science and Technology*, 40(3),305-310.
- Joshi S.G, 2000**, Medicinal plants : family apiaceae, 1 st ed. Oxford and IBH publishing Co. Pvt. Ltd., pp 34-5.

- Kabemba. S, 2008-2009**, Pathologie infectieuse, Cours inédit, CIDEP/Kisangani
- Kalemba D., Kunicka A, 2003**, Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem*, **10**, 813-829p
- Koné W.M., Kamanzi Atindehou K., Kacou-n'douba A., Dosso M, 2007**, Evaluation of 17 medicinal plants from Northern Côte d'Ivoire for their in vitro activity against *Streptococcus pneumoniae*. *African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines*, **4**(1), 17-22p
- Lachassinne E., Letamendia-Richard E., Gaudelus J, 2004**, Épidémiologie des infections nosocomiales en néonatalogie. *Archives de pédiatrie*.11 : 229–233.
- Lahlou M, 2004**,méthods to study the phytochemistry and bioactivity of the essential oils .photothérapie research,18(6),435-448
- Lavabre, Marcel, 1997**, Aromatherapy workbook. Healing Arts press, Rochester.Vermont.
- Le Loir Y., Gantier M, 2009**, *Staphylococcus aureus*. Lavoisier, Paris, 300p
- Li R., Jiang Z.T, 2004**, Chemical composition of the essential oil of *Cuminum Cyminum* from China. *Flavour and fragrance journal*, 19(4), p.311-313
- Lucchesi M.E, 2005**, Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles. *Thèse de doctorat en Sciences, Université de la Réunion*, France, 146p
- Maffei M., Sacco S, 1997**, The effect of isosakuranetin (5.7-dihydroxy 4'methoxy flavanone) on potassium uptake in wheat root segments. *Phytochemistry* **46**, 245 248.
- Mahmout Y, 1992**, *Contribution à l'étude de quelques aromates et condiments utilisés au Tchad*
- Mann C.M., Cox S.D., Markham J.L, 2000**, The outer membrane of *Pseudomonas aeruginosa* NCTC 6749 contributrs to its tolerance to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (Tea tree oil). *Letters in Applied Microbiology*, **30**: 294-297.
- Mann J, 1987**, Secondary metabolism. Clarendon Press, Oxford, UK, 374p
- Mebarka L, 2007**, Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de Tinguarra sicula. Mémoire de Magister, Université Ferhat Abbas-Setif.
- Mehdi J.H., Behrooz Z., Hassan S, 2007**, Use of gas chromatography–mass spectrometry combined with resolution methods to characterize the essential oil components of Iranian cumin and caraway. *Journal of Chromatography A* **11** (43), 215–226

Meyer A., Gose D., Bernard A, 2004, Cours de Microbiologie Générale 2 édition. P : 349.

Ministère de l'agriculture et de la pêche, 2008, Plan écophyto 2018 de réduction des usages de pesticides 2008-2018. *Ecophyto 2018*, 24p

Mishara A.K., Du bey N.K, 1994, Evaluation of some essential oils for their toxicity against fungi causing deterioration of stored food commodities. *Appl. Environ. Microbiol.* 60(4) :1101-1105.

Moreira M.R., Ponce A.G., De Valle C.E., Roura S.I, 2005, Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *Lebensmittel-Wissenschaft und- Technologie-LWT*, 38, 565-570p

Morin P., Richard H, 1985, Thermal degradation of linalyl acetate during steam distillation in Proc. 4 Fh Weurman Flav. Res. Symp. Elsevier Sci. Publ., B.V. Amsterdam, 563-576p

Moumen Chentouf O., Tadjeddine N., Sahnouni F., Skandri I, 2016, Evaluation of the Antibacterial Effect of Essential Oil of Cuminum cyminum L, *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 6(3)37-43,

Naganuma M., Hirose S., Nakayama Y., Nakajima K., Someya T, 1985, A study of the phototoxicity of lemon oil. *Arch. Dermatol. Res*, 278, 31-36p

Nait Achour, K, 2012, Etude de la composition chimique des essences de quatre espèces d'eucalyptus poussant dans la région de Tizi Ouzou. 2012 ed. Université Mouloud Mameri-Tizi Ouzou Algérie.

NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards), 1997, Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests: Approved standard M2-A7. *National Committee for Clinical Laboratory Standards, Wayne, PA, USA*

Nicolas V, 1991, Huiles essentielles : production mondiale, échanges internationaux et évaluation des prix. 10^{ième} journée internationale des huiles essentielles. Actes, Ravista italiana Eppos numéro spécial 02/1992 : 534-59.

Nikaido H., Vaara M, 1985, Molecular basis of bacterial outer membrane permeability. *Microbiol Rev*, 49(1), 1-32p

Okou O.C., Kra A.K.M., Zirihi G.N., Dosso M., Guede G.F, 2006, Activité antibactérienne des extraits de *Mitracarpus scaber* sur la croissance in vitro des streptocoques B hémolytiques. *J. Sci. Pharm. Biol*, 7(1), 17-27p

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2013, Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023. ISBN 978 92 4 250609 9, Genève, Suisse, 72p

Oussou K.R, 2009, Etude chimique et activités biologiques des huiles essentielles de sept plantes aromatiques de la pharmacopée Ivoirienne. Doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan, 241p.

Oussou K.R., Coffi K., Nathalie G., Seriyolou, Gerard K., Mireille D., Yao t. N., Gilles F., Jean-Claude C.H, 2004, Activités antibactériennes des huiles essentielles de trois plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire. *Comptes Rendus de Chimie*, **7**, 1081-1086.

Piochon M, 2008, Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et héli-synthèse. Mémoire, Université du Québec à Chicoutimi, Canada.

Ponce A.G., Fritz R., Del Valle C.E., Roura S.I, 2003, Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie-LWT*, **36**, 679-684p

Pourmortazavi S. M., Hajimirsadeghi S. S, 2007, Supercritical fluid extraction in plant essential and volatile oil analysis. *Journal of chromatography A*, 1163, 2-24.

Preedy V.R., Watson R.R., Patel V.B, 2011, Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention, ed. Academic Press, pp 417-425.

Prescott J.F, 2000, Antimicrobial drug resistance and its epidemiology, in *Antimicrobial therapy in veterinary medicine*, Editor Iowa State University Press: p 27-49.

Quezel P., Santa S, 1963, Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. C.N.R.S, Ed. Paris, 565 p.

Raymond, M. 2005. L'aromathérapie chez le nourrisson et le petit enfant. Thèse de Dr en pharmacie, 101p, 11/2005, Université de Nantes.

Razafindrakoto B.S, 1988, Huiles essentielles d'*Eucalyptus* de Madagascar ; Variabilité de la composition et du rendement en fonction de la période de récolte ; essais de classement chemotaxonomique et propriétés pharmacodynamiques. *Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, France*, 225p

Sae Y, Dadashi M, Eslami G, Goudarzi H, Taheri S, Fallah F, 2016, Evaluation of Antimicrobial Activity of *Cuminum Cyminum* Essential Oil and Extract against Bacterial Strains Isolated from Patients with Symptomatic Urinary Tract Infection. *Novel Biomed.* 2016;4(4):147-52.

Sahana, K., Nagarajan, S., Mohan Rao, L. J, 2011, Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Seed Volatile Oil: Chemistry and Role in Health and Disease Prevention. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 50:417.427.

Salle J.L, 1987, Les huiles essentielles : Synthèse d'aromathérapie et introduction à la Sympathicothérapie, Ed. Frison Roche, Paris.

Sefidkon F., Jalili A., Mirhaji T, 2001, Essential oil composition of three *Artemisia* spp. from Iran. *FlavourFragr. J*, **17**(2), 150-152p

Sell, C.S, 2006, The Chemistry of Fragrance. From Perfumer to Consumer. 2nd edition. The Royal Society of Chemistry. Cambridge. 329 p.

Shunying Z., Yang Y., Huaidong Y, 2005, Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Chrysanthemum indicum*. *J. Ethnopharmacol.*, 96(1-2)/ 151-8.

Sieradzki K., Roberts R.B., Haber S.W., Tomasz A, 1999, The development of vancomycin resistance in a patient with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection. *NEJM*, 340(7), 517-523p.

Silou T., Malanda M., Loubaki L, 2004 : Optimisation de l'extraction d'huile essentielle de cymbopogon citratus grace à un plan factoriel complet 23. *Journal of food engineering*.

Singh R. P., Gangadharappa H. V., Mruthunjaya.K, 2017, Cuminum Cyminum A Popular spice : An Updated Review, *Pharmacognosy Journal*, 9(3), 292-301.

Skandamis P.N., Nychas G.J.E, 2001, Effect of oregano essential oil on microbiological and physico-chemical attributes of minced meat stored in air and modified atmospheres. *Journal of Applied Microbiology*, 91(6), 1011-1022p

Smith C.K., Moore C.A., Alahi E.N., Smart A.T., Hotchkiss S.A, 2000, Human skin absorption and metabolism of the contact allergens, cinnamic aldehyde and cinnamic alcohol. *Toxicol. Appl. Pharmacol*, 168, 189-199p

Soins et Nature, F. 2017. *Pharmacie Française ; spécialisée dans les produits de soins naturels* [Online]. Available: <https://www.soin-et-nature.com/fr/>

Sowbhagya H.B., Sathyendra Rao B.V., Krishnamurthy N, 2008, Evaluation of size reduction and expansion on yield and quality of cumin (*Cuminum cyminum*) seed oil. *Journal of Food Engineering* 84, 595–600.

Tchamdja K.M, 1995, Etude de performance d'un extracteur artisanal pour la production d'essence de citronnelle. Mémoire d'ingénieur des travaux biologiques. ESTBA, UB, 9 P.

Trombetta D., Castelli F., Sarpietro M.G., Venuti V., Cristani M., Daniele C., Saija A., Mazzanti G., Bisignano G, 2005, Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. *Antimicrob Agents Chemother*, 49(6), 2474-2478p

Utree A., Slump R.A., Steging G., Smid E.J, 2002, Antimicrobial activity of carvacrol université de la Rochelle. P :41-45.

Valero M. et Giner M.J, 2006, Effects of antimicrobial components of essential oils on growth of *Bacillus cereus* INRA L2104 i n an d the sensory qualities of carrot broth. *International Journal of Food Microbiology* , 106, 90 – 94

Vekiari S.A., Protopapadakis E.F., Papadopoulou P., Papanicolaou D., Panou C., Vamvakias M, 2002, Composition and seasonal variation of the essential oil from leaves and peel of a lemon variety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 5(1), 147-153p

Verghese J, 1991, Cumin, synthite industrial chemicals Ltd, Kerala, India, Perfumer & flavorist, Vol.16, Corp P 61-63.

Vican, P, 2001, Encyclopédie des plantes médicinales. Larousse (Ed). Paris, 355p.

Vila R., Mundina M., Tomi F., Furlán R., Zacchino S., Casanova J., Cañigüreal S, 2002, Composition and antifungal activity of the essential oil of *Solidago chilensis*. *Planta med.* 68, 164-167.

Werner M, 2002 : Les huiles essentielles : réveil du corps et l'esprit. Ed. Vigot collection Santé bien-être, p95

Who (World Health Organization), 2002, Prevention of hospital-acquired infections: A practical guide. 2nd edition, *Ducel G., Fabry J., Nicolle L* editors, Geneva-LyonWinnipeg, 72p

Wiseman R. W., Miller E. C., Miller J. A. .,Liem, A, 1987. Structure-activity studies of the hepatocarcinogenicities of alkenylbenzene derivatives related to estragole and safrole on administration to preweanling male C57BL/6J× C3H/HeJ F1 mice. *Cancer Research*, 47, 2275-2283.

Yahiaoui K., Bouchenak O., Lefkir S., Benhabyes N., Laoufi R., Arab K, 2018, Antibacterial activity of Cumin (*Cuminum Cyminum L.*) and Cloves (*Syzygium Aromaticum*) Essential oils, and their application to the preservation of minced meat. *Journal of Fundamental and Applied Sciences* 10(5S), 100-117.

Zohary D., Hopf M, 2000, Domestication of plants in the Old World. 3rd Ed. Oxford University Press, p 206.

Annexes

Milieux de culture

Bouillon nutritif (BN) (g/l)

Peptone.....	10 g
Extrait de viande.....	5 g
Chlorure de sodium.....	5 g
Eau distillée.....	1000 ml
pH = 7,3 ± 0,2	

Gélose nutritive (GN) (g/l)

Peptone.....	10 g
Extrait de viande.....	3 g
Extrait de levure.....	3 g
Chlorure de sodium.....	5 g
Agar.....	18 g
Eau distillée.....	1000 ml
pH = 7,3 ± 0,2	

Mueller Hinton gélosé (M-H) (g/l)

Extrait de viande.....	3 g
Hydrolysate acide de caséine.....	17,5 g
Amidon.....	1,5 g
Agar.....	16 g
Eau distillée.....	1000 ml
pH = 7,3	