الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة امحمد بوقرة- بومرداس
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA DE BOUMERDES
Faculté Des Sciences
Département de Biologie

Mémoire de Master

Filière *Sciences Biologiques*

Spécialité *Biotechnologie Microbienne*

Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de géranium rosat (*Pelargonium graveolens*) cultivé en Algérie.

Présenté par : *Melle* **KERCHOUCHE Ratiba**
Melle **ZERROUKI Hanane**

Devant le jury:

Mme GANA-KEBBOUCHE S.	Professeur (U.M.B.B)	Présidente
Mme KHEMILI-TALBI S.	Maitre de conférences/A (U.M.B.B)	Examinatrice
Mme AKMOUSSI-TOUMI S.	Maitre de conférences/B (U.M.B.B)	Promotrice
Mme SAADAOUI.	Maitre de conférences/B (U.M.B.B)	Co-Promotrice

Année Universitaire 2019 – 2020

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

On tient à remercier sincèrement Madame, Sihem AKMOUSSI, en tant qu'encadreur de mémoire, il s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer et sans lui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Nos remerciements aux membres du jury qui ont bien voulu accepter de valoriser ce travail.

Nos remerciements au chef de département de biologie et tout le personnel de laboratoire pédagogique de la Faculté des sciences de la nature et de la vie.

Nos remerciements à Madame SAADAOUI.

Enfin, On adresse nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenu et encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail avant tout à Mes chers parents

«Ali et Yamina»

pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mes chère sœurs, Zohra et Ouardia, et leurs maris et enfants.

pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mes chère frères, Said, Houcin et Mourad,

pour leur appui et leur encouragement.

A la femme de mon frère Said «Sabrina» et ses filles

A mon binôme Ratiba, je suis très heureuse de la connaître et de travailler avec elle.

A tous mes amis et mes collègues d'études.

Tout qu'ont collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce

Travail.

A tous ceux que j'aime

Merci

Hanane

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

A ceux qui m'ont tout donné

sans rien attendre en retour

A ceux qui m'ont encouragée et soutenue : mes parents

«Ali et Zahia » tout les mots sont insuffisants pour

exprimer ma gratitude, et mon amour. Que le tout puissant

les garde et les protégé.

A mes adorable soeurs « Nadia , Suad , Newal, Hayet et Hanane »
Merci d'être toujours à mes côtés.

A mes chère frères « Menade et Ilias».

A mon binôme Hanane ainsi qu'à toute sa famille

A notre promotrice Mme «AKMOUSSI.S »pour

son précieux conseil et son aide.

A toute ma famille, et à tous mes amis pour leur soutien.

Merci d'être toujours là pour moi.

Ratiba

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction……1

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I.1. Généralité……..……2

I.2. Description botanique de *Pelargonium graveolens*…..……...……...…2

I.3. Classification…….…….. 3

I.4. Habitat et distribution géographique. ……..….. 3

I.5. Culture de la pelargonium graveolens……..……....4

I.6. Composition chimique de la plante…..……...……. 4

I.7. Utilisation des huiles essentielles de geranium(PG)…….…….…….…… 6

I.7.1. Utilisations dans l'industrie alimentaire……..……..……....…….…...6

I.7.2. Utilisations dans le domaine Pharmacologie……..……....6

I.7.3. Utilisations dans le domaine Toxicologie…….…….……..…..9

CHAPITRE II : Matériels et Méthodes

I. Matériels

I.1. Matériel végétal…….……..……...11

I.2. Souches microbiennes testées……..……..…..11

I.3. Les milieux de cultures…….……...…….…...11

II. Méthodes

II.1. Extraction de l'huile essentielle…….……...….12

II.2. Identification des composés des huiles essentielles……..……12

II.3. L'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles……13

CHAPITRE III : Résultats et Discussion

III.1. Rendement en huile essentielle……....……15

III.2. Composition chimique de l'huile essentielle……...…….....15

III.3. L'évaluation de l'activité antimicrobienne d'huile essentielle……...16

III.3.1. Activité antibactérienne……..……...…..……..…….16

III.3.2. Activité antifongique ….……..…...…17

Conclusion et perspectives……..19

Références bibliographiques……...……...20

Annexes…….…..…….24

Résumé

Liste des abréviations

- **DMSO** : diméthylsulfoxide

- mg: milligramme

-% : Pourcentage

-°C : Degré Celsius

-CPG-SM : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

-DL : deltaméthrine

-DPPH : 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl

-HD : Hydrodistillation

-HE : Huile essentielle

-Kg : kilogramme

-MH: Mueller Hinton

-mm: millimètre

-PAM : Plantes aromatiques et médicinales

-Pg : Pelargonium graveolens

-PV : pityriasis versicolor

Liste des figures

Figure N°1 : Géranium rosat ……..……...…….....2

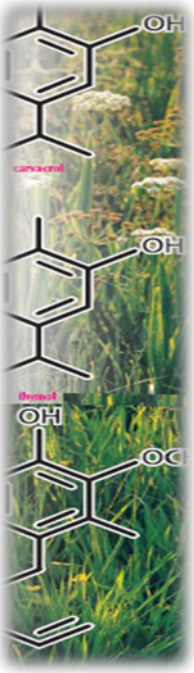
Figure N°2 : Montage d'hydro distillation Clevenger……12

Figure N°3 : Principe de la méthode de diffusion par disque. …..……..…...14

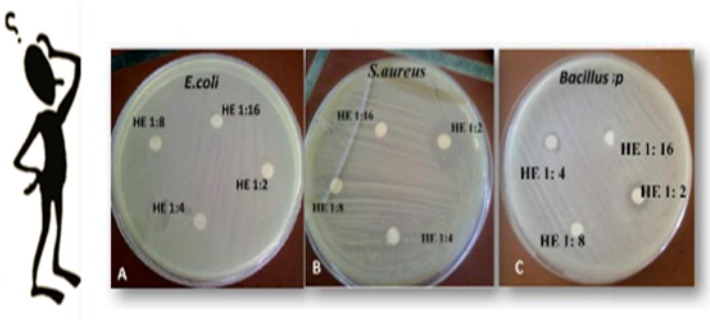
Liste des tableaux

Tableau I : Position systématique du géranium rosat ……3

Tableau II : Principaux constituants chimiques de l'huile essentielle de *P. Graveolens*……..5



Introduction Générale



Introduction

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales (PAM) est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante (**El amri et *al*., 2014**). Vu leurs utilisations dans divers domaines (pharmaceutique, cosmétique et industriel) ainsi que la découverte de leurs atouts, les plantes aromatiques et médicinales connaissent une demande de plus en plus forte sur les marchés mondiaux **(Lorrain, 2013)**.

Pelargonium graveolens (P. graveolens), communément appelé *géranium rosat*, est l'une des plus de 250 espèces du genre *Pelargonium* et qui sont originaires des régions méridionales de l'Afrique **(Mativandlela et *al*., 2005**). En Algérie, le *Pelargonium graveolens* est cultivé principalement dans la plaine de la Mitidja **(Boukhatem et *al*., 2011**). Bien que les plus remarquables soient en raison des parfums qu'elles produisent, ce sont en fait les huiles essentielles qui fournissent les avantages que la société récolte. Les huiles essentielles sont les métabolites secondaires que les plantes produisent (**Carvalho et *al*., 2018**). Ces huiles sont des composés volatils, naturels et complexes qui sont connus pour être importants dans la reproduction des plantes car ils aident à la dispersion des graines et du pollen en attirant certains insectes. Elles visent surtout à protéger la plante contre les bactéries, virus, ravageurs et champignons (**Ghannadi et *al*., 2012 ; Hamidpour et *al*., 2017**).

Bien que l'huile essentielle de ce *Pelargonium* possède des propriétés anti-infectieuses, anti-inflammatoires, spasmolytiques, hémostatiques et cicatrisantes **(Moro Buronzo, 2008 ; Hassane et *al*., 2012),** peu de travaux lui ont été consacrés en Algérie (**Atailia et Djahoudi, 2015**).

Notre travail représente un aperçu des études réalisés sur la composition chimique d'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* cultivé en Algérie, ainsi que l'évaluation de son pouvoir antimicrobien. Ce travail est subdivisé en trois parties :

- La première est dédiée à une synthèse des principales données bibliographiques concernant la description et classification de *Pelargonium graveolens* ainsi que son utilisation dans la médecine traditionnelle.
- La seconde partie est consacrée à la présentation des matériels et méthodes utilisées par différents auteurs, adaptée pour la problématique posée.
- Dans la troisième partie, les résultats de la littérature sont présentés et discutés.

Synthèse Bibliographique

I.1 Généralités sur la plante *Pelargonium graveolens*

Géranium *(Pelargonium graveolens*), nommé aâtercha en arabe, est une plante dont le nom provient du grec « pelargos» qui signifie « cigogne» et fait référence à la forme du fruit en long bec droit et pointu (**Boukhris et *al.*, 2013, Chraibi et *al.*, 2019**). Le *Pelargonium graveolens* porte différents noms dont les plus connus sont : géranium rosat (nom à l'île de la Réunion), géranium odorant.

Ce genre comprend plus de 250 espèces regroupées en 16 sections (**Bakker et *al.*, 2004**), de nombreuses espèces sont aromatiques et en particulier *P. capitatum*, *P. graveolens* et *P.radens*sont utilisées dans des programmes de culture pour l'ennoblissement de l'huile de «géranium» (**Lalli et *al.*,2007**).

L'importance indiscutable du géranium rosat comme une plante aromatique et médicinale (PAM) est liée à son huile essentielle (HE) ayant d'intéressantes propriétés thérapeutiques (**Boukhatem et *al.*, 2011**). Aussi, la nature chimique de ses essences leur confère de grandes perspectives d'application.

Fig.1. Géranium rosat (*Pélargonium graveolens*)**(COUIC-MARINIER & LAURAIN-MATTAR, 2018)**

I.1.2 Description botanique de la plante

P. graveolens est une plante vivace, pleine de suc en début de végétation, puis ligneuse, à écorce brun clair, cultivée en annuelle ou en pérenne suivant le pays. Ce sont des buissons à port érigé, d'environ 60 cm et pouvant atteindre 1 m 30 de hauteur et 60 cm de largeur. Les feuilles persistantes sont lobées (cinq–sept lobes) et rugueuses, opposées, couvertes de poils glanduleux microscopiques. Les tiges sont vertes et tendres et se lignifient et deviennent plus

foncées avec l'âge alors que la racine est de type pivotant. Les fleurs sont groupées par paire, de couleur rose disposées en ombelles et s'épanouissant tout au long de l'année (**Boukhatem et *al*., 2011**).

I.1.3 Classification de *Pelargonium graveolens*

Tableau I: Position systématique du géranium rosat (**Ghedir et Goetz, 2015**).

Domaine	Eukaryota
Règne	Plantae (végétal)
Sous-règne	Tracheobionta (Trachéophytes)
Embranchement	Spermatophytes (plantes à graines)
Sous-embranchement	Angiospermes (ou Magnoliophyta), plantes à fleurs
Classe	Dicotyledones (ou Magnoliopsida)
Sous-classe	Dialypétales
Ordre	Geraniales
Famille	Geraniaceae
Genre	Pelargonium
Espèce	*Pelargonium graveolens*

I.1.4 Habitat et distribution géographique

Pelargonium graveolens est originaire d'Afrique du Sud (le Cap). C'est une plante largement répandue et cultivée en Espagne, en Italie, au Maroc, à l'Ile de la Réunion, en Egypte et en Chine (ces deux derniers pays étant les plus gros producteurs). Elle est cultivée dans de nombreuses régions méditerranéennes et subtropicales où elle est distillée pour son HE **(Fernandez et *al.,* 2012 ; Boukhatem et *al.*, 2013 ; Ravindra et *al.*, 2015).** En Algérie, cette plante annuelle et spontanée est largement répandue à titre industriel, principalement dans la plaine de Mitidja et à titre ornemental, dans les jardins et les cimetières **(Atailia et Djahoudi, 2015).**

I.1.5 La culture de *Pélargonium graveolens*

a. Conditions climatiques

Les conditions climatiques ont une forte influence sur le développement du *Pélargonium graveolens*, qui demande un climat chaud, sec, sans vent nuisible. L'exposition, l'altitude et la lumière ont une action marquée sur la qualité de l'huile essentielle et de son rendement. La température doit rester supérieure ou égale à 35°C. Les faibles gelées sont à craindre d'autant que les plantes soient plus jeunes. Il résiste à la sècheresse, l'humidité atmosphérique lui étant nuisible **(Louis Peyron, 2013)**. Elle se porte très bien en terres légères ou moyennes, un peu calcaires, profondes, riches, bien pourvues en humus, suffisamment fraiches avec possibilité d'arrosage en période chaude.

b. Période de culture

La production des plantes est réalisée uniquement par bouturage à partir de rameaux bien aoutés d'un an si possible, soit au printemps, soit mieux fin aout début septembre, sur planches légèrement sablées et sol assez léger **(Louis Peyron, 2013)**.

c. Coupe du feuillage

La coupe sur la base d'un an est assurée à partir du 15 septembre et en octobre par temps sec ensoleillé. Une deuxième coupe en octobre – novembre n'est pas souhaitable, les rendements en huile essentielle étant trop faible. On peut aussi faucher, dès que les feuilles perdent leur éclat le soir par temps sec, pour éviter la dessiccation.

Suivie d'un transport rapide vers les distilleries, léger début de fermentation entrainant une réduction significative de quantité et de la qualitaté de l'huile essentielle **(Louis Peyron, 2013).**

I.1.6 Composition chimique d'huiles essentielles de *P.graveolens*

Le profil chromatographique fait apparaître la présence de certains composants caractéristiques dans les huiles essentielles de géranium telle que : Citronellol, le géraniol, iso- menthone, linalool et une large gamme d'esters tels que le formiate de géranyle, le formiate de citronellyle, l'acétate de géranyle, le propionate de géranyle, citronellyle butyrate, 2 phényléthyle, tiglates de Citronellyl et géranyle. Les huiles contiennent également de nombreux sesquiterpènes dont Guaia-6, 9-diène et 10 épi- γ- eudesmol qui sont les plus importants **(Verma et *al*., 2010).**

Il existe plusieurs variétés de *P.graveolons* d'origines différentes qui se distinguent par la teneur en constituants chimiques de l'huile essentielle (**Tableau II**).

Tableau II : Principaux constituants chimiques de l'huile essentielle de *P. graveolens* (Boukhatem et *al*., 2013 ; Ghedir and Goetz, 2015).

Origine de *P. graveolens*	Constituants
Algérie	Citronellol30.2% formate deCitronellyle 9.3% Géraniol 2.6% Guaia-6,9-diène 5.4%
Chine	Citronellol 36.5–39.1% formiate de citronellyle 9.2–10.1% Géraniol 8.7–8.9% Guaia-6,9-diène 6.5–6.8%
Égypte	Citronellol 24.8–27.7% Géraniol 15.7–18.0% Linalol 0.5–8.6% formiate de Citronellyle 6.5–6.7% Isomenthone 5.7–6.1%
Maroc	Citronellol 18.6–37.8% Géraniol 15.1–20.6% Linalol 5.6–10.0% formiate de citronellyle 5.5–8.1% formiate de géranyle 2.8–6.6% Isomenthone 3.8–5.6%
Tunisie	Citronellol 12.21 – 24.14% Géraniol 10.29 – 16.45% Linalol 2.54- 7.99% formiate de citronellyle 7.87 – 11.75% formiate de géranyle 4.63 – 7.13% Isomenthone 1.96 – 4.21

I.1.7 L'utilisation d'huile essentielle de Géranium rosat (*Pg*)

La plante *Pélargonium graveolens* a été utilisée en médecine traditionnelle depuis longtemps pour ses nombreuses propriétés thérapeutiques. Elle a été également utilisée dans les industries de la parfumerie, de la cosmétique et de l'aromathérapie.

a. Utilisations dans l'industrie alimentaire

P. graveolens dans l'industrie alimentaire est utilisé pour son activité antimicrobienne. L'huile essentielle s'est avérée efficace à travers de multiples études pour lutter contre les bactéries et les champignons. Cette action antimicrobienne a conduit à tester l'huile contre les agents pathogènes d'altération des aliments et a donné des résultats prometteurs. Assez pour qu'il ait été hautement considéré dans l'industrie alimentaire comme agent de conservation **(Boukhatem et *al.*, 2013).**

b. Utilisations dans le domaine de pharmacologie

L'utilisation la plus récente et probablement la plus pertinente de la plante se situe dans le domaine médical. *P. graveolens* a montré un potentiel dans de nombreuses études différentes pour son abondance d'avantages positifs. Ces avantages comprennent une activité antibactérienne, antifongique et antioxydant, entre autres. Traditionnellement, la plante a été utilisée pour traiter une variété de symptômes notamment : néphrite, plaies, fièvre, rhumes et maux de gorge, inflammation, flux menstruel abondant, hémorroïdes, dysenterie, cancer, maladies gastro-intestinales, hyperglycémie, insomnie, maladie cardiaque, asthme, nausées et vomissements, fièvre et tuberculose pour n'en nommer que quelques-uns **(Herb Society of America, 2006 ; Lalli et *al.*,2007 ; Ćavar and Maksimović, 2011 ; Hsouna and Hamdi, 2012).**

- ✓ **Effet antibactérien**

Pelargonium graveolens est connu pour ses capacités à combattre les bactéries. Un certain nombre d'études ont été réalisées pour examiner l'efficacité exacte de la plante contre différentes bactéries.

Boukhatem et *al.* (2013) et Ben Hsouna et Hamdi (2012), ont évalué l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* contre un certain nombre de bactéries Gram-positives et Gram-négatives. L'huile a montré un effet antibactérien prometteur contre les bactéries Gram positives plus que les bactéries négatives. Cependant, la résistance des bactéries Gram

négatives aux huiles essentielles a été attribuée à la présence d'une membrane externe hydrophile contenant une chaîne polysaccharidique hydrophile, qui agit comme une barrière contre l'huile essentielle hydrophobe **(Ben Hsouna et Hamdi, 2012).**

Dorman et *al.* (1999), ont montré que l'huile de *P. graveolens* présentait un biais en faveur des bactéries Gram-positives par rapport aux bactéries Gram- négatives. Cependant, cette étude a également examiné si oui ou non le biais pourrait être amoindri et la sensibilité des bactéries à Gram négatif pouvait être augmentée. **Dorman et *al.* (1999)**, ont constaté que grâce à l'ajout d'un substituant alkyle dans la structure cyclique non phénolique, davantage de bactéries Gram-négatives étaient affectées, indiquant ainsi que l'alkylation influence la sensibilité de Gram et que si une chaîne latérale acyclique pouvait être ajoutée à l'huile, ses effets pourraient être amélioré et utilisé comme un désinfectant, un agent chimio-thérapeutique très efficace **(Dorman et *al.*, 1999 ; Mahboubi et *al.*, 2016**).

Dans une autre étude, l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* a été évaluée contre les six souches bactériennes de *Listeria monocytogenes, Salmonella enteritidis, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa et Bacillus subtilis* **(Ghannadi et *al.*, 2012).** Ces résultats concluent que toutes les souches à l'exception de *L. monocotyogenes* et *E. coli* étaient sensibles. *S. aureus* s'est révélé une fois de plus le plus sensible. L'huile essentielle s'est avérée plus efficace que les contrôles de l'amoxicilline et du chloramphénicol, suggérant ainsi qu'elle pourrait faire un meilleur agent antibactérien que les médicaments actuellement en place **(Ghannadi et *al.*, 2012).**

- ✓ **Effet antioxydant**

Le corps humain fonctionne sur des réactions de réduction-oxydation, rendant ainsi le besoin de processus oxydatifs une nécessité. Cependant, trop d'oxydation dans le corps humain entraîne un stress oxydatif et un certain nombre d'autres effets négatifs. Certains de ces effets pourraient entraîner des maladies comme le cancer, les maladies cardiovasculaires et le diabète **(Fayed, 2009 ; Ćavar et Maksimović, 2011 ; Boukhris et *al.*, 2012).**

Ćavar et Maksimović (2011), ont testé des hydrolats de tiges et de feuilles de *P. graveolens* contre le thymol dans une solution de 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH). Les résultats de cette étude, concluaient que l'huile essentielle de géranium rose des tiges possédait une activité antioxydante plus élevée que les feuilles et que les hydrolats des tiges et des feuilles

étaient dix fois plus élevés que le thymol **(Ćavar et Maksimović, 2011 ; Kabera et *al*., 2013 ; Asgarpanah and Ramezanloo, 2015).**

Selon **Dorman et *al*. (2004)**, l'huile essentielle de *P. graveolens*, Présente des propriétés antioxydantes qui agissent sur les troubles de la reproduction induite par la deltaméthrine chez la souris.

- ✓ **Effet antifongique**

Pelargonium graveolens, en plus d'être connu pour son activité antibactérienne et antioxydante, on pensait également qu'il possédait également de fortes qualités antifongiques **(hamidpour et *al.*, 2017).**

Boukhatem et *al*. (2013), ont évalué l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* contre certains champignons ; *Candida lipolytica, Candida tropicalis, Candida saké, Candida parapsilosis, Candida kruse, Rhodoturlaglutinis,* ainsi que deux souches *de C. albincans*. Le résultat de l'extrait d'HE contre les microbes a montré que l'huile était plus efficace sur les levures que sur les bactéries. Il était particulièrement efficace contre *C. tropicalis et C. albicans.*

Sur le plan médicinal, les propriétés antifongiques de *Pelargonium graveolens* se sont avérées efficaces contre les espèces *Malasezia*. Le pityriasis versicolor (PV) est l'une des nombreuses maladies de la peau que l'on pense être causée par le genre *Malassezia*. **Naeini et *al*. (2011),** ont testé *P. graveolens* contre des souches d'espèces de *Malassezia (Malassezia furfur, Malassezia globosa et Malassezia obtusa)* qui ont été isolées chez des patients atteints de PV **(Virendra et *al*., 2002 ; Naeini et *al*., 2011).** Il a été constaté que l'huile essentielle de géranium rose était active contre toutes les souches testées, mais était particulièrement efficace contre *M. obtuse*.

- ✓ **Effet diabétique**

Le diabète sucré est aujourd'hui un problème majeur et en constante augmentation dans le monde. Cette maladie est caractérisée par une hyperglycémie (taux élevé de sucre dans le sang) avec une insuffisance insulinique et / ou une action de l'insuline. Cependant, ce ne sont pas les seuls symptômes. Une modification du métabolisme intermédiaire des glucides, des lipides et des protéines ont également été signalées en rapport avec le diabète **(Boukhris et *al*., 2012).** Actuellement, des études montrent que le développement et la progression de la

maladie aient provoqués par le stress oxydatif ; plus précisément, le stress créé par une génération de radicaux induite par l'hyperglycémie **(Boukhris et *al*., 2012).**

Le traitement actuel du diabète sucré comprend des médicaments synthétiques ou de l'insuline. Les deux traitements ont, au fil du temps, prouvé qu'ils aidaient à gérer la maladie. Cependant, ces deux solutions créent leurs propres problèmes à savoir ; la résistance aux médicaments, l'hypoglycémie, l'œdème et la prise de poids (**Boukhris et *al*., 2012**). Ainsi, la recherche s'est tournée vers la médecine traditionnelle pour trouver une réponse.

Le géranium rose, traditionnellement utilisé comme diabétique, a été mis à l'épreuve **(Boukhris et *al.*, 2012).** *P. graveolens* a été testé sur des rats diabétiques induits par l'alloxane. Le test a évalué les effets de différentes doses d'huile essentielle de géranium rose sur les rats diabétiques induits par opposition à ceux qui n'ont pas été induits et classés comme rats témoins normaux. Les résultats ont montré qu'une dose de 150 mg / kg en poids corporel était la dose d'huile essentielle la plus efficace pour traiter le diabète sucré. Une fois dosés avec l'huile, les rats diabétiques ont montré des effets hypoglycémiants significatifs (**Boukhris et *al*., 2012**).

c. Utilisations dans le domaine de toxicologie

- ✓ **Reprotoxicité**

L'abondance de toxines dans l'environnement et les effets négatifs de ces toxines deviennent des problèmes courants. On rapporte que les toxines causent des problèmes dans la reproduction masculine et provoquent une baisse de la qualité et de la quantité de sperme humain. La deltaméthrine (DL) est l'une de ces toxines. Pour tenter de prévenir les effets négatifs de cette toxine, l'attention a été attirée vers la médecine traditionnelle **(Slima et *al*., 2013).** Une réponse a été soulevée dans *Pelargonium graveolens*, qui est connu pour ses effets antioxydants.

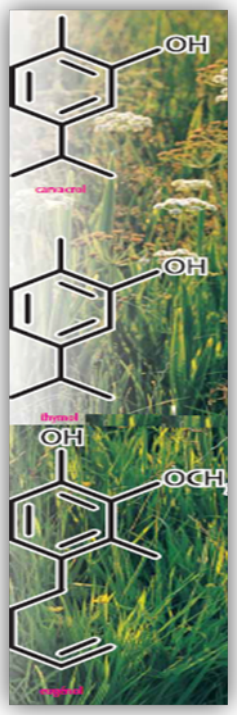
Dans une étude réalisée par **Slima et *al.* (2013),** DL a été administré à des souris mâles vierges en bonne santé. Lors de l'examen, les souris ont montré une diminution significative du nombre et de la motilité des spermatozoïdes, de l'activité de la catalase testiculaire et de la superoxyde dismutase, et des niveaux de GSH (un antioxydant naturel) et d'acide ascorbique. De plus, une augmentation de la morphologie anormale a été observée. Ces effets, considérés ensemble, conduisent à la conclusion que la deltaméthrine induisait un stress oxydatif chez les testicules de souris. Lorsqu'ils sont traités avec le *P. graveolens*, les effets négatifs ont été

inversés. **Slima et *al.* (2013)**, ont constaté que l'huile essentielle *P. graveolens* a produisait un fort effet protecteur contre les dommages causés par le stress oxydatif et qu'une dose de 67 g / kg / jour était suffisante pour réduire l'oxydation des protéines dans les testicules ainsi que pour réduire le stress oxydatif et la peroxydation lipidique. L'huile a également amélioré la mauvaise qualité du sperme **(Slima et *al.*, 2013).**

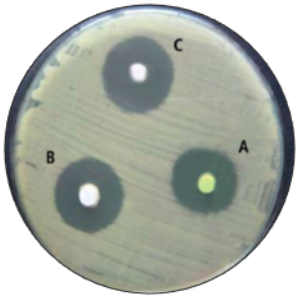
- ✓ **Toxicité**

Bien qu'il ait prouvé qu'il possédait divers avantages, *P. graveolens* constitue toujours une menace en matière de toxicité.

Dans une étude réalisée par **Lalli et *al.*, 2007**, la toxicité in vitro de certaines espèces de *Pélargonium* a été examinée. La toxicité a été exprimée en termes de valeur CI50. La valeur CI50 a été définie comme la concentration à laquelle l'huile essentielle doit être pour produire une décoloration de 50% du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl stable (DPPH). Plus la valeur de CI50 est basse, plus la toxicité est élevée. *Pelargonium graveolens* produit une valeur CI50 assez élevée, ce qui signifie qu'il est assez non toxique, mais les niveaux doivent être surveillés (**Lalli et *al.*, 2007)**.



Matériels et méthodes



En raison des conditions sanitaires exceptionnelles (Pandémie du Corona virus) nous n'avons pas pu réaliser l'expérimentation au laboratoire de microbiologie du groupe SAIDAL de GUE DE CONSTANTINE. Pour répondre aux objectifs tracés : Détermination de la composition chimique d'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* cultivé en Algérie, ainsi que l'évaluation de son pouvoir antimicrobien, une description de la méthodologie adaptée pour la problématique posée en prenant huit articles comme références a été effectuée.

II.1. Matériels

a. Matériel végétal

Dans cette étude, Les échantillons de géranium rosat (*Pg)* ont été récoltés en pleine floraison durant la période de mars à mai. Seule la partie aérienne (feuilles, fleurs et tiges) qui a été collectée en début de matinée afin que le matériel végétal soit le plus frais possible **(boukhatem et *al.*, 2010).** Les échantillons ont ensuite été séchés à l'ombre pendant 8 à 15 jours avant extraction de l'huile essentielle **(Sadiki et *al.*, 2019).**

b. Souches microbiennes testées

L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *pelargonium graveolens* a été évaluée sur plusieurs souches bactériennes et souches fongiques :

- **Souches bactériennes :**

1) Gram négatifs : *Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Salmonella enterica, Klebsiella pneumoniae, Entirobacter aerogenes* **(Annexe I).**

2) Gram positif : *Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermis, Enterococcus faecalis, Listeria monocytogenes* **(Annexe I).**

- **Souches fongiques :**

Candida albicans, Candida tropicalis, Aspergilus sp , Fusarium sp **(Annexe I).**

c. Les milieux de culture

Les milieux de culture utilisés dans cette étude : la gélose Mueller Hinton (MH) et le milieu Sabouraud. La composition chimique de ces différents milieux de culture se trouve en (**annexe II).**

II.2. Méthodes

II.2.1. Extraction de l'huile essentielle

L'extraction de l'huiles essentielles de *pelargonium graveolens* a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger **(figure 02).** Elle consiste à immerger une quantité suffisante de plante (fleurs, feuilles et tige) sèche dans un ballon à fond rond, additionnée d'une quantité d'eau distillée ; le mélange est ensuite chauffé à ébullition pendant 3 h, elle est généralement conduite à pression atmosphérique. La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules volatiles contenues dans les cellules végétales. Le mélange volatile est ensuite refroidi, condensé puis séparé en une phase aqueuse et une phase organique qui constitue l'huile essentielle **(Hashemi et *al*., 2018).**

L'huile essentielle recueillie obtenue a été conservée dans l'obscurité à 4 ° C jusqu'à une utilisation ultérieure (**Sadiki et *al*., 2019).**

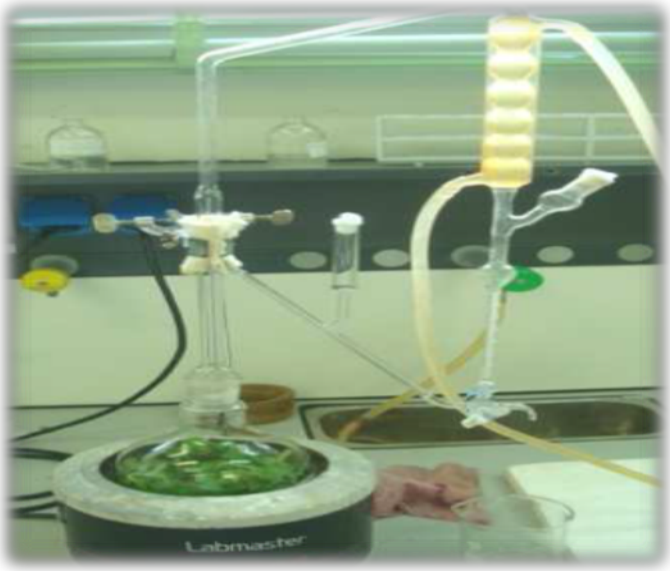


Fig.02. Montage d'hydrodistillation (Clevenger) **(Boukhatem et *al*., 2010).**

II.2.2. Identification des composés d'huile essentielle

L'identification de la composition chimique de l'essence étudiée a été réalisée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-SM) **(Atailia et Djahoudi, 2019).** La chromatographie en phase gazeuse sépare les composants d'un mélange dans le temps et le spectromètre de masse fournit des informations qui facilitent l'identification structurelle de chaque composant **(Kitson et *al.*, 1996).**

Cette méthode consiste à transférer par le gaz vecteur (phase mobile) les composés séparés par chromatographie en phase gazeuse dans le spectromètre de masse au niveau du quel, ils

vont être fragmentés en ions de masse variables dont la séparation sera en fonction de leur masse **(Meratate, 2013).** L'appareil est relié à un système informatique gérant une bibliothèque de spectre de masse. L'identification des constituants est basée sur la comparaison de leurs spectres de masse à ceux de la banque de données informatisée (**Atailia et Djahoudi, 2019).**

II.3. L'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles

- ***Méthode de diffusion d'agar***

La méthode de diffusion sur gélose est la technique d'évaluation de l'activité antimicrobienne la plus répandue, appelée aussi méthode de **Vincent** ou technique de **l'aromatogramme** mise au point par **Schroeder et Messing** en 1949 (**Kalemba & Kunicka, 2003** ; **Bachiri et *al*., 2016)**. Le principe de cette méthode est repose sur le pouvoir migratoire des HE sur un milieu solide à l'intérieur d'une boîte Pétri. Cet examen se fait de la même manière qu'un antibiogramme où les antibiotiques sont remplacés par des essences aromatiques, préalablement sélectionnées et reconnues (**Boukhatem et *al*., 2014**). **(Figure 03)**

- **Préparation des milieux de culture**

La gélose de Mueller Hinton et Sabouraud (voir composition en **Annexe II**) stériles ont été coulées dans des boites de Pétri stériles de 90mm de diamètre. L'épaisseur de la gélose est de 4mm répartie uniformément dans les boites. Ces dernières ont été séchées pendant 30 min à la température du laboratoire et laissées 24h/37°C **(Muller-Hinton / Gélose. 2011).**

- **Préparation de l'inoculum**

L'inoculum est préparé à partir de colonies jeunes de bactérie et de champignon dans l'eau physiologique stérile (0,9%). Les colonies sont prélevées à l'aide d'une anse de platine et homogénéisées dans l'eau physiologique.

- **Préparation des dilutions des HE**

Des disques de papier stériles (6,4 mm de diamètre) ont été imprégnés de 15 ul d'huile essentielle pure et de deux concentrations différentes (1/2, 1/4 préparées par dilution dans la solution diméthylsulfoxide (DMSO)). Les disques ont été séchés après incubation à 37 °C pendant 24 h (**Ghannadi et *al*., 2012**).

- **Ensemencement**

Des boites de Pétri stériles préalablement préparées, ont été ensemencées par étalage à l'aide d'un râteau stérile, l'ensemencement s'effectue de telle sorte à assurer une distribution

homogène des bactéries et des champignons. À l'aide d'une pince stérile, les disques contenant les produits à tester (HE) sont déposés à la surface de la gélose inoculée au préalable et le tout est incubés à 37°C pendant 18 à 24 h pour les bactéries et 25°C pendant 48 h pour les levures **(Ben Hsouna & Hamdi, 2012).**

- **Expression des résultats**

Après l'incubation, la lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque en millimètre (**Bouguerra et *al*., 2014 ; Chebaibi et *al*., 2015**).

- ✓ Non sensible (R) pour un diamètre de 10mm.
- ✓ Sensible (S) pour un diamètre entre 10 et 14mm.
- ✓ très sensible pour un diamètre entre 15 et 19mm.
- ✓ extrêmement sensible pour un diamètre plus de 20 mm.

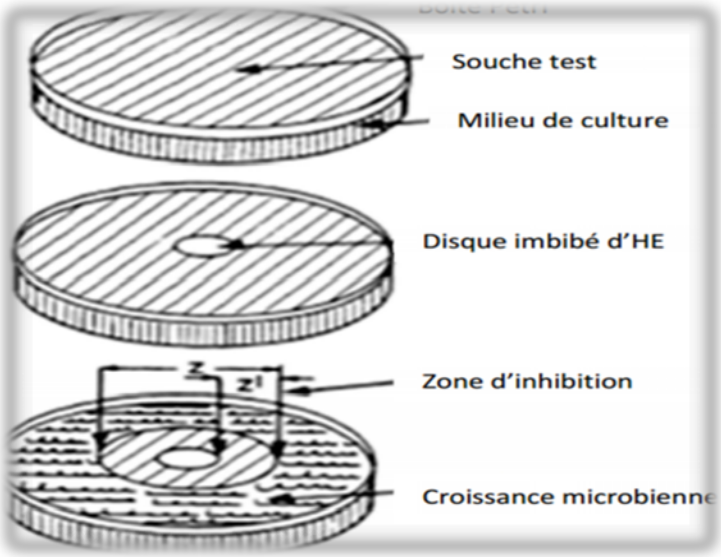
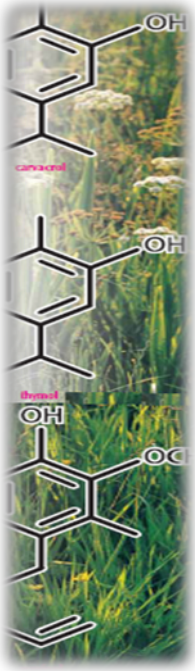


Fig.03. Principe de la méthode de diffusion par disque **(Boukhatem et *al*., 2014)**



Résultats et discussion

III.1. Résultats et discussion

Le présent travail passe en revue les connaissances fournies par les études réalisées à ce jour sur les tests cliniques qui déterminent les avantages de l'huile essentielle de la plante *Pelargonium graveolens* en tant qu'agent thérapeutique via l'examen des activités antibactériennes et antifongiques.

S'appuyant sur quelques articles de recherche publiés pour obtenir et inclure les preuves recueillies dans une évaluation des capacités thérapeutiques de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens*, il en ressort les résultats suivants :

III.1.1. Rendement en huile essentielle

L'extraction d'huile essentielle par hydrodistillation de la partie aérienne *de Pelargonium graveolens* a donné des rendements varient grandement d'une étude à une autre.

D'après les résultats de **Ben Hsouna et Hamdi (2012)**, le rendement en huile essentielle varie de 5,7% à 21,5%. Ce taux est nettement supérieur à ceux trouvés **par Ghannadi et *al.* (2012) ; Atailia et Djahoudi (2015)** et **Boukhatem et *al.* (2013)** avec des valeurs respectivement de 0,8%, 0,25% et 0,15%.

Cette différence en rendement est due probablement à plusieurs facteurs, dont essentiellement la nature du sol, l'altitude, l'exposition, l'âge de la plante, les conditions microclimatiques de la région, la période de récolte, la durée du séchage et la technique d'extraction de l'huile essentielle **(Atailia et Djahoudi, 2015 ; Ghannadi et *al.*, 2012).**

III.1.2. Composition chimique de l'huile essentielle

L'analyse de l'HE de *P. graveolens* par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-SM), a conduit à l'identification de 61 composés représentant 99, 96 % d'huile essentielle par **Chraibi et *al.* (2019),** 54 composants qui représentent 99,82% **(Moutaouafiq et *al.*, 2019)**, 45 composés représentant 94,21% **(Boukhatem et *al.*, 2013)**, 40 composés correspondant à 96,86% **(Atailia et Djahoudi 2015)** et 20 composés correspondant à 94,21% **(Ghannadi et *al.*, 2012).**

Selon des études antérieures sur la composition chimique de *P. graveolens*, les différences quantitatives entre les pourcentages relatifs des principaux composés d'HE et de ses fractions ont été le géraniol (7,6 - 25,85%) et le citronellol (19,22 – 30,2%) **(Ben Hsouna et Hamdi,**

2012 ; Boukhatem et *al*., 2013 ; Atailia et Djahoudi, 2015 ;Chraibi et *al*., 2019 et Moutaouafiq et *al*., 2019).

L'huile essentielle du *P. graveolens* de Tunisie a révélé que le citronellol (27,53%) et le géraniol (25,85%) étaient les principaux composants **(Ben Hsouna & Hamdi, 2012)**. Les composés dominants d'HE Algérien de *P. graveolens* étaient le citronellol (30,2% et 19,22%) et le géraniol (7,6% et 14,03%) respectivement **(Boukhatem et *al*., 2013 ; Atailia & Djahoudi, 2015). Chraibi et *al.* (2019**) ont rapporté que les principaux constituants d'HE de *P. graveolens* étaient dominées par le citronellol (26,98 %) et le géraniol (14,12 %), tandis que **Moutaouafiq et *al.* (2019)** ont suggéré que la β-thuyone et le chamazulène étaient les principaux composants.

Ainsi, comme mentionné dans la littérature, la composition chimique varie en fonction de la période ou de la saison de récolte, de la génétique (degré d'hybridation) et de l'origine géographique d'une même plante **(Moutaouafiq et *al*., 2019)**

III.1.3. L'évaluation de l'activité antimicrobienne d'huile essentielle

III.1.3.1. Activité antibactérienne

Les bactéries résistantes aux médicaments deviennent de plus en plus un problème chaque jour. Dans la recherche d'une réponse, la médecine est revenue aux médecines traditionnelles. Selon **Hamidpour et *al.* (2017),** *le Pelargonium graveolens* est connu pour ses capacités à combattre les microbes. Un certain nombre d'études ont évalué l'efficacité d'HE de *Pelargonium graveolens* par rapport à un certain nombre de bactéries Gram positif et Gram négatif.

Selon **Atailia & Djahoudi (2015),** Cette étude a montré une très forte activité inhibitrice contre les bactéries Gram-négatives (*Enterococcus faecalis* et *Staphylococcus aureus*), mais n'avait aucun effet sur *Pseudomonas aeruginosa* (Gram-positif). De même, **Ben Hsouna et Hamdi (2012)** ont montré que *Staphylococcus aureus* était plus sensible à l'HE que les autres bactéries Gram positives avec un diamètre de zone d'inhibition de 24 mm. Pareillement, **Chraibi et *al.* (2019)** ont révélées que *Staphylococcus epidermis* et *Salmonella enterica* afficher une haute sensibilité vis-à-vis de l'HE de *Pelargonium graveolens*.

Les résultats de l'étude de **Boukhatem et *al.* (2013),** ont indiqué que toutes les quinze souches bactériennes testées (six Gram-positives et neuf Gram-négatives) présentaient un certain

degré de sensibilité à l'huile de *P. graveolens* en faveur des bactéries Gram-positives sur les bactéries Gram-négatives. Cependant, **Abd El-Kareem et *al*. (2020)** ont signalés que l'huile essentielle de *P. graveolens* a montré des effets antibactériens élevés contre toutes les bactéries testées (*Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* (ATCC 14579), *Micrococcus flavus* (ATCC 10240), *Escherichia coli* (ATCC 35210), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), et *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853)). De même, chez *P. graveolens* d'Iran, les huiles essentielles étaient actives contre toutes les bactéries étudiées (*Salmonella enteritidis*(PTCC 1091), *Pseudomonas aeruginosa* (PTCC 1074), *Escherichia coli* (PTCC 1330), *Staphylococcus aureus* (PTCC 1112) et *Bacillus subtilis* (PTCC 1023) à l'exception de *Listeria monocytogenes*, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que les principaux constituants étaient complètement différents de la précédente étude (**Ghannadi et *al*., 2012**).

La forte activité antibactérienne de l'HE testée contre presque tous les souches bactériennes sensibles est attribuée à la richesse de *P.graveolons* en alcools terpéniques (citronellol, géraniol). Ces alcools terpéniques sont actifs sur les cellules bactériennes car solubles dans les milieux aqueux, ils provoquent d'importants dommages sur les parois bactériennes **(Ghannadi et *al*., 2012 ; Boukhatem et *al*., 2013 ; Atailia et Djahoudi, 2015 et Chraibi et *al*., 2019).**

On conclut que les bactéries Gram-positives ont été préférées parce qu'ils ne disposaient pas de la chaîne de polysaccharide hydrophile qui agit comme une barrière pour les bactéries Gram-négatives. Cette différence permet aux bactéries à Gram négatif d'être moins sensibles à l'huile de *Pelargonium graveolens*.

III.1.3.2. Activité antifongique

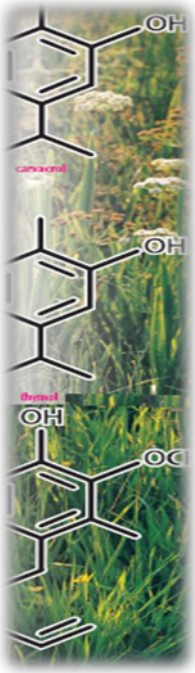
À travers plusieurs études, il a été démontré que l'HE de *P.graveolens* est composé principalement de citronellol et de géraniol, ces composés sont depuis longtemps étudiés pour leurs applications en tant que propriétés antimicrobiennes, mais il n'y a que quelques études qui ont examiné l'activité antifongique des HE de géranium rosat **(Moutaouafiq et *al*., 2019).**

Moutaouafiq et *al*., (2019) ont étudié les effets inhibiteurs des huiles essentielles de *P. graveolens* contre quatre champignons de la pourriture du bois (*Gloeophyllum trabeum, Postia placenta, Coriolus Versicolor* et *Coniophora puteana*). L'HE a présenté le plus fort effet d'inhibition contre les champignons de la décomposition du bois. En fait, l'efficacité des HE pourrait être due à ses niveaux élevés d'alcools en particulier le géraniol (30,87%) et le

citronellol (27,42%). Ces résultats sont conformes à ceux rapportés dans la littérature, l'HE de *P. graveolens* riche en géraniol a montré un effet très fort contre *Candida tropicalis* et *Candida albicans* **(Hassan et *al.*, 2011).** De plus, **Ben Hsouna and Hamdi (2012)** ont étudié la capacité des extraits bruts de l'huile essentielle de *P. graveolens* à contrôler *Aspergillus sp*, *Fusarium sp,* et *Alternaria alternata*. Les résultats ont montré un fort effet inhibiteur sur la croissance d'*A. niger* et *A. flavus* avec des diamètres de zone d'inhibition de 24 à 34 mm. De plus, l'HE de *P. graveolens* a présenté une activité antifongique contre *Fusarium* et *Aspergillus sp*, qui sont responsables des altérations des aliments.

Les études de **Boukhatem et *al.* (2013),** ont montrés que l'HE de *P.graveolons* présentait le plus fort effet d'inhibition contre *Candida albicans*, *C. parapsilosis*, *C.krusei* , *C.lipolytica*, *C.tropicalis*, *C. sake* et *Rhodotorula glutinis*. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés dans la littérature pour d'autres huiles de géranium rosat riches en géraniol, et qui ont montrés une action très forte contre *C. tropicalis* et *C. albicans* **(Hassan et *al.*, 2011).**

Le mécanisme de l'activité anti-Candida du géraniol, de l'acétate de géranyle et du citronellol semble être associé à des dommages à l'intégrité de la membrane, à l'inhibition de l'induction du tube germinatif et à l'inhibition du cycle cellulaire de *C. albicans* **(Zore et *al.*, 2010)**



Conclusion générale

et perspectives

Conclusion

À l'heure actuelle, le domaine des maladies infectieuses fait face à de graves problèmes de résistance aux antibiotiques. Ce problème est encore aggravé par l'effet des antibiotiques sur la santé humaine (altération de la flore commensale de l'intestin) et sur la biodiversité lorsqu'ils se trouvent dans l'environnement. Les huiles essentielles sont les meilleurs candidats pour participer à la recherche d'alternatives.

Actuellement, personne ne peut nier l'action des huiles essentielles sur les souches bactériennes résistantes ou multirésistantes aux antibiotiques, et la littérature regorge d'études sur le pouvoir antimicrobien des huiles essentielles. L'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* est un candidat potentiel pour une application dans le traitement des infections. Les principaux avantages qui ont été examinés étaient les activités antibactériennes et antifongiques de la plante.

L'activité antibactérienne de *Pelargonium graveolens* est prometteuse et pourrait passer à des essais sur l'homme. Cependant, plus de recherches doivent être effectuées sur les bactéries Gram-négatives car l'huile essentiel de la plante n'a pas un effet aussi fort que sur les bactéries Gram-positives. En ce qui concerne l'activité antifongique, l'huile essentielle a surpassé les médicaments actuellement en place pour traiter l'activité fongique et, ce faisant, a conduit à la conclusion que *P. graveolens* pouvait être utilisé comme antifongique viable.

Cependant, sur tous les fronts, *Pelargonium graveolens* montre un grand potentiel pour une solution traditionnelle dans le monde d'aujourd'hui en tant que conservateur et, plus éminemment, agent thérapeutique

Références

Bibliographiques

A

Abd El-Kareem M.S.M, Rabbih M.A, Elansary H.O and Al-Mana F.A (2020). Mass Spectral Fragmentation of *Pelargonium graveolens* Essential Oil Using GC–MS. *Semi-Empirical Calculations and Biological Potential,* Vol.19, 8, 128.

Atailia I, & Djahoudi A (2015). Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de géranium rosat (*Pelargonium graveolens L'Hér.*) cultivé en Algérie. *Phytothérapie*, 13(3), 156–162.

B

Bakker, F.T., Culham, A., Hettiarachi, P., Touloumenidou, T., Gibby, M (2004). Phylogeny of *Pelargonium* (Geraniaceae) based on DNA sequences from three genomes. *Taxon* 53, 17–28.

Ben Hsouna A and Hamdi N (2012). Phytochemical composition and antimicrobial activities of the essential oils and organic extracts from *Pelargonium graveolens* growing in Tunisia. *Lipids in Health and Disease*, 11:167.

Ben Slima A, Ali MB, Barkallah M (2013) Antioxidant properties of *Pelargonium graveolens L'Her*. Essential loil on the reproductive damage induced by deltamethrin in mice as compared to alphatocopherol. *Lipids in Health and Disease*.

Bouguerra A, Himed L et Barkat M (2014). Composés bioactifs, Etude de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle extraite des écorces de *Citrus reticulate*. Antimicrobial activity of essential oil extracted from *Citrus reticulate* peels, *Société Algérienne de Nutrition(SAN)*, 3(1), 32-39.

Boukhatem M.N, Ferhat M.A, Kameli A, Saidi F, Taibi H, Djamel T (2014). Valorisation de l'essence aromatique du *Thym* (*Thymus vulgaris L.*) en aromathérapie antiinfectieuse [Potential application of *Thyme* (*Thymus vulgaris L.*) essential oil as antibacterial drug in aromatherapy]. *International Journal of Innovation and AppliedStudies*, 8(4), 1418-1431.

Boukhatem M.N, Hamaidi M.S, Saidi F, Hakim Y et Benomier K (2010). Extraction, composition et valorisation de l'eau aromatique de géranium rosat (*Pelargonium graveolens*) dans la dermopharmacie, *Revue « Nature et Technologie* ». N° 02, 59-64.

Boukhatem M.N, Kameli A and Saidi F (2013). Essential oil of Algerian rose-scented geranium (*Pelargonium graveolens*): 1 Chemical 2 composition and antimicrobial activity against food spoilage pathogens, *Food Control*, 34(1):208–13.

Boukhatem M.N, Saidi F, Hamaidi M.S, Hakim Y et Mekarnia M (2011). Culture et exploitation industrielle du géranium rosat (*Pelargonium graveolens*) en Algérie : état des lieux et perspectives, *Phytothérapie* 9(5), 304–305.

Boukhris M, Ben Nasri-Ayachi M, Mezghani I, Bouaziz M, Boukhris M &Sayadi S (2013). Trichomes morphology, structure and essential oils of *Pelargonium graveolens L'Hér.* (Geraniaceae). *Industrial Crops and Products*, 50, 604–610.

C

Carvalho M, Albano H and Teixeira P (2018). In vitro antimicrobialactivities of various essential oilsagainstpathogenic and spoilagemicroorganisms, *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 5(2), 41-48.

Ćavar S, Maksimoviæ M (2011). Antioxidant activity of essential oil and aqueous extract of *Pelargonium graveolens L'Her*. *Food Control*, 23: 263-267.

Chebaibi A, Marouf Z, Rhazi-Filali F, Fahim M et Ed-Dra A (2016). Évaluation du pouvoir antimicrobien des huiles essentielles de sept plantes médicinales récoltées au Maroc, *Phytothérapie*, 14 :355-362.

Chraibi M, Fikri-Benbrahim K, Edryouch A, Fadil M, Farah A (2019). Caractérisation chimique et activités antibactériennes des huiles essentielles de *Pelargonium graveolens* et *Myrtus communis* et leur effet antibactérien synergique, *Phytothérapie,* Vol.7.

COUIC-MARINIER F& LAURAIN-MATTAR D (2018). Huile essentielle de Géranium rosat, *fiche aromathérapie*, n° 581, 57-59.

D

Dorman HJ, Deans SG (1999). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 308-316.

E

El amri J, Elbadaoui K, Zair T, Bouharb H, Chakir S et Alaoui T.L (2014). Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium capitatium L* et l'extrait de *Siléne vulgaris* sur différentes souches testées, *Journal of Applied Biosciences*, 82, 7481–7492.

F

Fayed SA (2009). Antioxidant and anticancer activities of *Citrus reticulate* (Petitgrain Mandarin) and *Pelargnoium graveolens* (Geranium) essential oils. *Res J AgricBiolSci* 5: 740-747.

G

Ghannadi A, Bagherinejad MR, Abedi D (2012). Antibacterial activity and composition of essential oils from *Pelargonium graveolens L'Her* and *Vitex agnus-castus L. Iranian Journal of Microbiology* 4: 171-176.

Ghedira K et Goetz P (2015). Géranium rosat : *Pelargonium graveolens L'Hér*. (Géraniaceae), *Phytothérapie,* volume 13(3), 197–201.

H

Hamidpour R, Hamidpour S, Hamidpour M, Marshall V and Hamidpour R (2017). *Pelargonium graveolens* (Rose Geranium) – A Novel Therapeutic Agent for Antibacterial, Antioxidant, Antifungal and Diabetics, *Review iMedPub Journals*, Vol.5 No.1:134.

Hashemi S.M.B, Khaneghah M.A and Anderson de Souza S'A, 2018, Essential Oils in Food Processing: Chemistry, Safety and Applications*, Institute of Food Technologists Series,* Wiley Blakwell*,* p: 21-43, 193-197.

Hassan, S.O.S., Ghanmi, M., Satrani, B., Mansouri, N., Mohamed, H., El Hajaji, H., & Chaouch, A. (2011). Chemical composition and antibacterial, antifungal and antioxidantactivity of Comoros *Pelargonium asperum Ehrh*. ex Wilde essential oil. *Acta Botanica Gallica*, 158, 2, 225-237.

Herb Society of America (2006). *Pelargoniums*: An Herb Society of America Guide. Kirtland, Ohio.

K

Kalemba D and Kunicka A, (2003**).** Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oils, *Current Medicinal Chemistry*,10(10), 813-829**.**

Kitson F.G, Larsen B.S and McEwen C.N (1996). Gas Chromatography and Mass Spectrometry. *A Practical Guide*, p 3.

L

Lalli J.Y.Y, Van Zyl R.L, Van Vuuren S.F and Viljoen A.M (2007). In vitro biological activities of South African *Pelargonium* (Geraniaceae) species, *South African Journal of Botany,* 74, 153–157.

Lorrain E (2013). 100 questions sur la phytothérapie. Ed. La boétie, Italie.

Louis Peyron (2013). HISTOIRE DU « GERANIUM ROSAT POUR PARFUMERIE » DANS LE PAYS DE GRASSE, pp 1-19.

M

Meratate F, (2013). Etude phytochimique et pouvoir biologique des métabolites secondaires de la plante *Zizyphora hispanica L*. de la région de M'SILA, *Mémoire de Magister*, UNIVERSITE DE M'SILA, 96 p.

Moutaouafiq S, Farah A, Ezzoubi Y, Ghanmi M, Satrani B &Bousta D (2019). Antifungal Activity of *Pelargonium graveolens* Essential Oil and Fractions Against Wood DecayFungi, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 22, 1104–1114.

Mueller-Hinton / Gélose (2011), Bio-Rad , 3 boulevard Raymond Poincaré. 92430 Marnes-la-coquelette, V4

R

Ravindra NS RN Kulkarni (2015). Essential oil yield and quality in rose-scented geranium: Variation among clones and plant parts*, Scientia Horticulturae*, 184: 31–5.

S

Sadiki F.Z, El Idrissi M, Sbiti M and Rahou A (2019). Antibacterial properties of the essential oil of *Pelargonium Graveolens L'Hér*, *RHAZES: Green and Applied Chemistry*, Vol.4, 17-23.

V

Verma RS, Verma RK, Yadav AK, Amit C (2010). Changes in the essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium graveolens L'Herit. Ex Ait*.) due to date of transplanting under hill conditions of Uttarakhand. *Ind J Natur Prod Resources* 1:367–70.

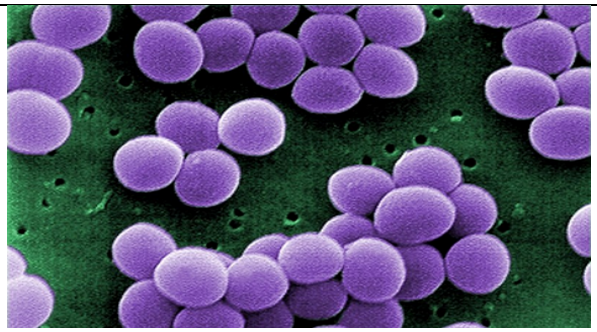
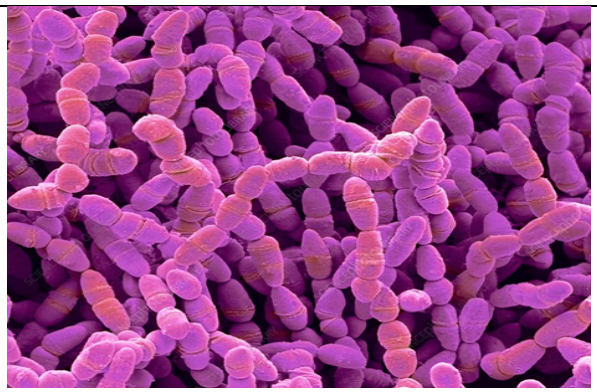
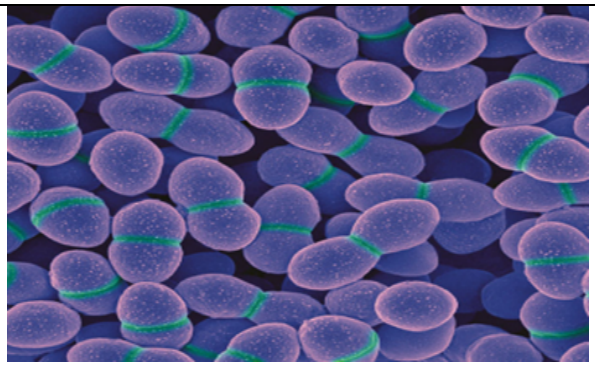
Z

Zore, G.B., Archana, D., Thakre, V., Rathod, S., &Karuppayil, M (2010). Evaluation of anti-Candida potential of geranium oil constituents against clinical isolates of *Candida albicans* differentially sensitive to fluconazole: inhibition of growth, dimorphism and sensitization. Mycoses, 54, 99-109.

Annexes

Annexe I : Les souches microbiennes testées

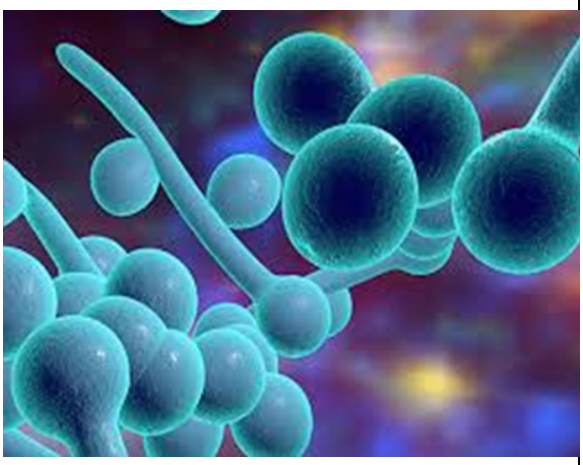
Tableau 01 : Caractéristiques des bactéries utilisées

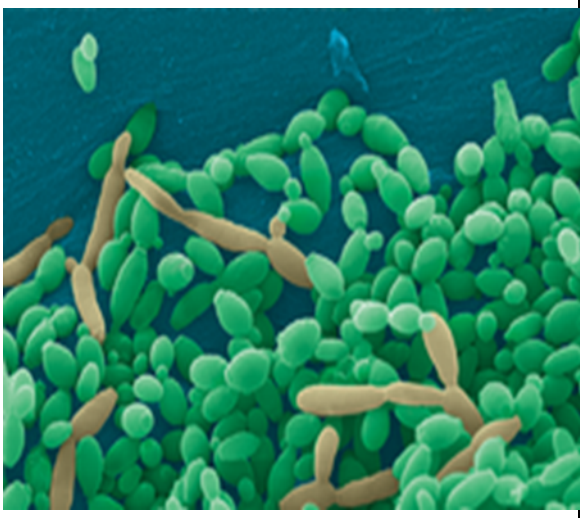
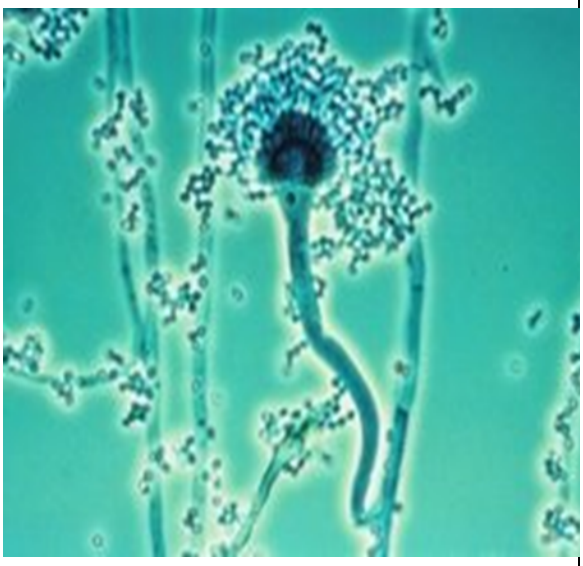
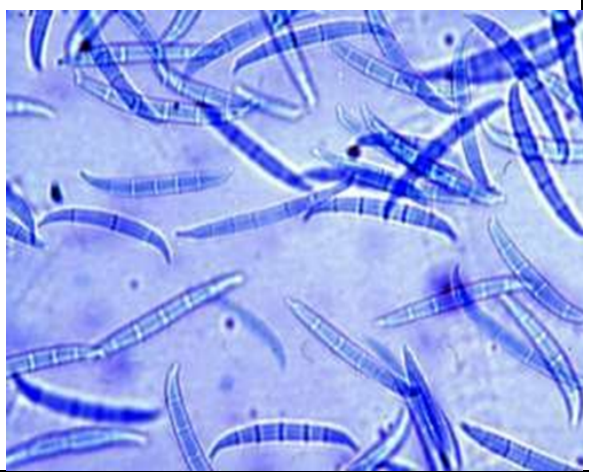
Souches bactériennes		Caractéristiques
Staphylococcus Aureus		Responsable d'intoxications alimentaires, d'infections localisées suppurées et dans certains cas extrêmes, de septicémies physiques.
Bacillus subtilis		Bactérie catalase positive que l'on trouve habituellement dans le sol, mais c'est surtout une espèce ubiquitaire qui fait partie de la microflore humaine normale.
Staphylococcus epidermidis		Forme cocci, anaérobie facultative, catalase positive, responsables d'infections humaines (infections urinaires), flore de la peau, cause des maladies nosocomiales.
Enterococcus faecalis		Bactérie commensale, diplocoques ou de coques en chaînettes, anaérobie facultatif, trouver dans le tube digestif des humains et d'autres mammifères, provoque un risque nosocomial.

Escherichia coli		Bactérie Gram négatif, bacilles, anaérobies, de flore intestinale, des mammifères, très commune chez l'être humain. En effet, elle compose environ 80 % de notre flore.
Klebsiella pneumoniae		Gram négatif, bacille, aérobie-anaérobie facultatif, impliquée dans les cas de pneumonies nosocomiales, présente naturellement dans le tube digestif et les voies aériennes supérieures de l'homme et des animaux.
Salmonella enteritidis		Forme bâtonnet, flagellée, aérobie facultative, intoxication alimentaire, agents pathogènes humains graves, salmonellose.
Pseudomonas aeruginosa		Bacille, flagellée, lactose négative, réductase positive, infections nosocomiales, survivre dans de l'eau distillée, sur les fruits, plantes et légumes.

Listeria monocytogenes		Bactérie à Gram positif, bacille de petite taille, non sporulé, aéro-anaérobie facultatif, ubiquitaire, trouvé dans l'intestin des animaux et de l'homme, le sol, les végétaux et l'eau, catalase positive, pathogène pour l'homme, provoquant la listériose.

Tableau 3 : Caractéristiques des champignons utilisés

Souches fongiques		**Caractéristiques**
Candida albicans		Levure, trouvé dans la muqueuse digestive, au niveau des voies génitales, du tube digestif, de la bouche et sur la peau de l'être humain, organisme commensal saprophyte, provoque des infections fongiques (candidiase ou candidose), mortelle pour les patients atteints du sida, les patients cancéreux sous chimiothérapie.

Candida tropicalis		Levures de forme variable rondes à allongées. Reproduction par bourgeonnement multilatéral. Le pseudo-mycélium peut être absent, rudimentaire ou abondant. Fermentation + ou (-), Uréase (-). Il provoque chez l'homme des infections cutanéo-muqueuses, pulmonaires, urinaires et septicémiques.
Aspergillus sp		Champignons filamenteux cosmopolites, ubiquitaires, et pathogènes opportunistes, de type moisissure, dont la colonie se présente sous forme duveteuse. Ce sont des saprophytes classiques, qui, à la faveur de blessures pénètrent dans certains fruits ou sur les porte-graine.
Fusarium sp		Champignon imparfaits (Deuteromycètes), caractérise par des macroconidies fusiformes et cloisonnées. causent une maladie des plantes, dite « fusariose », des infections opportunistes chez l'homme et chez l'animal.

Annexe II : Composition des milieux de culture

Muller-Hinton (MH)

- Infusion de viande de bœuf déshydraté……...300g

- Hydrolysat de caséine……...17.5g

- Amidon de maïs ……15g

- Agar-agar…….....17g

- Eau distillée…….1l

Saboureaud Dextrose Agar (SDA)

-Peptone…….....10g

-Glucose…….40g

-Agar……..15g

-Eau distillée……....1l

Résumé
À l'heure actuelle, le domaine des maladies infectieuses fait face à de graves problèmes de résistance aux antibiotiques. Ce problème est encore aggravé par l'effet des antibiotiques sur la santé humaine et sur la biodiversité lorsqu'ils se trouvent dans l'environnement. Par conséquent, la nécessité de développer d'autres agents antimicrobiens et d'autres antibiotiques, pour lutter contre le problème de la résistance des microorganismes, s'impose de plus en plus. D'où l'intérêt croissant porté récemment aux molécules naturelles, en particulier les huiles essentielles (HE). *Pelargonium graveolens* est un candidat potentiel pour une application dans le traitement des infections. Ses capacités antibactériennes et antifongiques montrent un fort potentiel pour remplacer les régimes médicamenteux thérapeutiques actuels. Ces huiles essentielles peuvent, donc, servir dans la prévention et le traitement de certaines maladies infectieuses, et combattre les bactéries multirésistantes aux antibiotiques usuels.
Mots clés : *Pelargonium graveolens*, huile essentielle, activité antimicrobienne.

Abstract
At present, the field of infectious diseases faces serious problems of drug resistance. This problem is further compounded by the effect of antibiotics on human health and biodiversity when found in the environment. Therefore, there is a growing need to develop other antimicrobial agents and other antibiotics to combat the problem of resistance of microorganisms. Hence the recent growing interest in natural molecules, in particular essential oils (EO). *Pelargonium graveolens* is a potential candidate for application in the treatment of infections. Its antibacterial and antifungal capacities show great potential to replace current therapeutic drug regimens. These essential oils can therefore be used in the prevention and treatment of certain infectious diseases, and to fight bacteria that are multiresistant to common antibiotics.

Keywords: *Pelargonium graveolens*, essential oil, antimicrobial activity.

الملخص.
في الوقت الحاضر ، يواجه مجال الأمراض المعدية مشاكل خطيرة تتعلق بمقاومة الأدوية. تتفاقم هذه المشكلة بسبب تأثير المضادات الحيوية على صحة الإنسان والتنوع البيولوجي عندما توجد في البيئة. لذلك ، هناك حاجة متزايدة لتطوير عوامل أخرى مضادة للميكروبات ومضادات حيوية أخرى لمكافحة مشكلة مقاومة الكائنات الحية الدقيقة. ومن هنا جاء الاهتمام المتزايد (EO). بيلارجونيوم جبرولين هو مرشح محتمل للتطبيق بالجزيئات الطبيعية ، ولا سيما الزيوت الأساسية في علاج العدوى. تظهر قدراته المضادة للبكتيريا والفطريات إمكانات كبيرة لتحل محل أنظمة الأدوية العلاجية الحالية. لذلك يمكن استخدام هذه الزيوت الأساسية في الوقاية من بعض الأمراض المعدية وعلاجها ، ومحاربة البكتيريا متعددة المقاومة للمضادات الحيوية الشائعة.

الكلمات المفتاحية :*Pelargonium graveolens* - الزيت الاساسي - النشاط المضاد للميكروبات