



N° d'ordre :

N° de série :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : BIODIVERSITE et ENVIRONNEMENT

Thème

**Etude de l'interaction insecte plante par
application d'extrait de *Pelargonium
gravolens* sur l'insectes *Tapinoma
nigerrimum***

Présenté Par :

- M^{elle}.Hassassa Souha
- M^{elle}.Soualah Ammar Chaima

Membres du jury :

Président: M^{elle}. MEKHADMI Nour Elhouda

Examinatrice: Mr CHOUIKH Atef

Encadreur: Dr. SELMANE Mehdi

Grade :

Univercité:

M.C.AEchahid Hamma Lakhdar-El'Oued

M.A.AEchahid Hamma Lakhdar-El'Oued

M.C.AEchahid Hamma Lakhdar-El'Oued

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Remerciements

*Je tiens d'abord à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir permis de mener
à terme ce travail*

*J'exprime ma profonde gratitude à mon encadreur, Dr. Mehdi Selmane, pour
tous les efforts qu'il a consentis tout au long de l'élaboration de ce travail. Ses
encouragements, et ses précieux conseils.*

*J'exprime également ma gratitude au Dr Noura Graisse pour tous ses
précieux conseils et conseils tout au long de la période de travail*

*Je remercie, également, toute personne qui a participé de près ou de loin à la
réalisation de ce travail. Et j'espère que ce travail soit la bonne expression de ma
gratitude.*

Dédicaces

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers

-A la mémoire de mon père qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de son âme. Que Dieu lui fasse miséricorde et le demeure son vaste paradis

- A ma chère mère Aucune dédicace ne serait exprimée mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon bien être, puisse Dieu vous accorder sante, bonheur et longue vie.

-Ames frères AbdeElnour. Abde el Wahde et Med laid et mes sœurs soundousetoumaïma pour leur soutien et leurs encouragements Merci d'être toujours là pour moi.

- Ames proches surtout ma chère Imane Merci énormément pour ton soutien plus que précieux, Ma tanteSoumia

- A tous mes enseignants mes amis sans oublier Mon binômechère « chaïma » et a toute sa famille

« Souha »

Ce document est dédié à beaucoup de gens, dans ma tentative de tous me les rappeler, je peux en citer quelques-uns. Que les autres m'en excusent :

*- A celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les grands hommes :
Mon père.*

- A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation :

Ma mère.

- A mon grand dos, ma force et ma côte ferme qui n'incline pas :Mon mari.

- Mon frère

- Mes sœurs

- Mes neveux et mes Nièces que Dieu les bénisse

- Mes amies

- Mes camarades de la promotion et mes enseignants

« Chaïma »

Résumé

Summary

This study aims to test the effect of the essential oil of *Pelargonium Gravolens* extracted using a Clevenger water distillation apparatus on certain behaviors and characteristics of the insect *Tapinoma nigerrimum* after its spraying with the aim of controlling biologically against the diseases it causes. The effect of this oil has been studied in the laboratory with successive doses: 100%, 50%, and 25%.

The results indicated that this essential oil of *Pelargonium gravolens* has a toxic effect on the insect *Tapinoma nigerrimum* on which the test was carried out and that it can be compared to chemical pesticides, and indicated that the doses in all proportions in a short period of time have a clear effect on the death rate as the death rate reached when *Tapinoma nigerrimum* 100%.

Keywords: (Essential oil, pesticides, biological control, *Pélargonium Gravolens*, *Tapinoma nigerrimum*)

Résumé

Cette étude vise à tester l'effet de l'huile essentielle de *Pélargonium Gravalens* extraite à l'aide d'un appareil de distillation d'eau *Clevenger* sur certains comportements et caractéristiques de l'insecte *Tapinoma nigerrimum* après sa pulvérisation dans le but de lutter biologiquement contre les maladies qu'il provoque. L'effet de cette huile a été étudié en laboratoire avec des doses successives : 100 %, 50 %, 25 %.

Les résultats ont indiqué que cette huile essentielle de *Pelargonium Gravalens* a un effet toxique sur l'insecte *Tapinoma nigerrimum* sur lequel le test a été mené et qu'elle peut être comparée aux pesticides chimiques, et ont indiqué que les doses en toutes proportions dans un court laps de temps ont un effet clair sur le taux de mortalité comme le taux de mortalité atteint lorsque *Tapinoma nigerrimum* 100%.

Mots clés : (Huile essentielle, pesticides, lutte biologique, *Pélargonium Gravalens*, *Tapinoma nigerrimum*)

المُلخَص

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار تأثير الزيت العطري لنبات *Pelargonium Gravolens* العطري المستخرج باستخدام جهاز تقطير المياه *Clevenger* على بعض سلوكيات وخصائص حشرة *Tapinoma nigerrimum* بعد رشها بهدف مكافحة البيولوجية ضد الأمراض التي تسببها، وقد تمت دراسة التأثير السام لهذا الزيت في المختبر بجرعات متتالية: 100%، 50%، 25%.

أشارت النتائج إلى أن هذا الزيت العطري لنبات *Pelargonium Gravolens* له تأثير سام على حشرة *Tapinoma nigerrimum* التي تم إجراء الاختبار عليها وأنه يمكن مقارنته بالمبيدات الكيماوية، وأشارت إلى أن الجرعات في جميع النسب في فترة زمنية قصيرة لها تأثير واضح على معدل الوفيات حيث بلغ معدل وفيات 100% عند حشرة *Tapinoma nigerrimum*

الكلمات المفتاحية: (زيت العطري، مبيدات، مكافحة بيولوجية، *Pelargonium Gravolens*)
(*Tapinoma nigerrimum*، *Gravolens*)

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Résumés

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

PREMIERE PARTIE: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I: Des huiles essentielles

I. Généralités sur les huiles essentielles	6
I.1. Définition	6
I.2. Bref historique	6
I.3. La qualité des HE	7
I.4. Répartition et Localisation	7
I.5. Formation	8
I.6. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles	9
I.7. Composition chimique	9
I.8. Fonction de l'huile essentielle dans la plante	10

I.9. Le contrôle des HE	10
I.10. Utilisations des huiles essentielles	11
I.11. Les techniques d'extraction des huiles essentielles et des extraits aromatiques	13
I.11.1. Entraînement à la vapeur d'eau	14
I.11.2. Hydrodistillation	15
I.11.3. Extraction par solvants	17
I.11.4. Extraction assistée par micro-onde	18
I.11.5. L'expression à froid	18
I.12. Méthode d'identification chimique des huiles essentielles	18
I.12.1. La chromatographie en phase gazeuse (CPG)	20
I.12.2. La spectrométrie de masse (SM)	20
I.12.3. Couplage CPG – SM	20
I.13. Toxicité des huiles essentielles	20
Chapitre II: Pélargonium gravelons	
II.1. Histoire	23
II.2. Présentation de la famille des Géraniacées	23
II.3. Position systématique	25
II.4. Caractérisation botanique	25
II.4.1. Morphologique	25

Sommaire

II.4.2. Mode de culture	27
II.4.2.1. Milieu naturel	27
II.4.2.2. Multiplication et culture	28
II.4.2.3. Récolte	28
II.4.2.4. Conditions climatiques	29
II.4.2.5. Période de culture	29
II.4.3. Composition chimique de l'extrait de <i>P. graveolens</i>	29
II.4.2.6. Répartition géographique du <i>pélargoniumgraveolns</i>	30
II.5. Maladies et ravageurs	30
II.6. Huile essentielle de <i>Pélargonium gravelons</i>	39
II.7. Composition chimique de l'extrait de <i>Pélargoniumgraveolns</i>	39
II.7.1. Propriétés physiques	40
II.8. Intérêts économiques et thérapeutique de <i>Pélargonium graveolens</i>	42
II.9. Travaux récents sur <i>Pelargonium graveolens</i>	43

Chapitre III: Généralités Sur *TapinomaNigerrimum*

III.1. classification de l'insecte	47
III.2. Le régime alimentaire des <i>Tapinoma nigerrimum</i>	48
III.3. répartition géographique	49

III.3.1.Dans le monde	49
III.3.2.En Algérie	50
III.4.Modes de transmission et de propagation	50
III.5.Description morphologique	50
III.6.Dommages causés par cet insecte	50
III.7.Le cycle de vie de <i>Tapinoma nigerrimum</i>	50
III.8.méthodes de contrôle	52
III.8.1.Contrôle chimique	52
III.8.2.Contrôle biologique	52

Chapitre IV: L'utilisation D'extraits De PlantescommeAlternatives Biologiques Pour Le Contrôle Despesticides

IV.1. Définitiondes pesticides	55
IV.2. Classification des pesticides	55
IV.2.1. Premier système de classification	55
2. 2. Deuxième système de classification	56
IV.3.Insecticide	56
IV.3.2.Formes d'effet de l'insecticide	57
IV.3.3.Méthodes d'utilisation des pesticides chimiques	57
IV.3.4.Effets des produits pesticides	58

IV.3.4.1.Effets sur la santé humaine	58
IV.3.4.2.Effets sur les animaux	59
IV.3.4.3.Effets sur la flore	60
IV.3.4.4.Effets sur le sol	60
IV. 3.4.5.Effet sur l'eau	61
IV.4.L'efficacité des extraits de plantes contre les insectes	61

DEUXIEME PARTIE: PARTIE PRATIQUE

ChapitreI: Matériaux et méthodes de recherche

I.1.Présentation de la région d'étude:	67
I. 1.1 Description :	67
I.1.2. Situation géographique de la région d'Oued Souf :	67
I.2.Outils et matériaux utilisés	69
V.2.1. Matériels utilisées	69
V.2.2.Matériaux utilisés	71
V.3.Matière végétale	71
V.3.1.Préparation de l'échantillon solide pour l'extraction	72
V.3.2. Dispositif expérimentale et mode opératoire	72
V.4. Etude de la cinétique d'extraction	77

V.4.1. Rendement en huile essentielle	77
V.4.2. Mesure Taux d'humidité	77
V.5. Insectes utilisés	78
V.6. Méthodes de recherche	78
V.6.1. Préparation de l'extrait aromatique	78
V.7. Appliquer un traitement sur l'insecte	78
V.7.1. Méthode d'application du test de toxicité	79
V.8. L'effet de l'extrait d'huile essentielle sur un insecte	79
V.8.1. Taux de mortalité de insectes	80
V.8.2. Etude statistique	80
Chapitre II: Discussion des résultats précédents	
II.1. Etude de la cinétique d'extraction	81
II.1.1. Rendement en huile essentielle	81
II.1.2. Mesure Taux d'humidité	81
II.2. Test d'activité de l'huile essentielle de <i>Pelargonium graveolens</i> contre <i>Tapinoma nigerrimum</i>	82
II.2.1. Les résultats du traitement par pulvérisation	82
II.2.2. Les résultats du traitement par trempage	85
Discussion	89

Sommaire

Conclusion et perspectives

Glossaire

Références bibliographiques

Annexes

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Titre	Page
Tableau 01	Classification classique du géranium rosat(<i>Pélargonium graveolens</i>)	25
Tableau 02	Liste des composés détectés à partir d'extraits aqueux et méthanolique dans <i>P.graveolens</i> par la technique d'HPLC-SM .	40
Tableau 03	Paramètres physiques de l'HE de <i>Géranium</i> .	40
Tableau 04	Profil chromatographique de l'HE de <i>Géranium</i>	41
Tableau 05	Classification de l'insecte <i>Tapinoma nigerrimum</i>	47
Tableau 06	Matériels utilisés dans notre travail	70
Tableau 07	Taux de mortalité cumulés pour <i>Tapinoma nigerrimum</i> Traitement des huiles essentielles de <i>Pelargonium Gravolens</i> par pulvérisation.	83
Tableau 08	Taux de mortalité cumulés pour <i>Tapinoma nigerrimum</i> Traitement des huiles essentielles de <i>Pelargonium Gravolens</i> par trempage	86

LISTE DES FIGURE

Figure	Titre	Page
Figure01	Entraînement à la vapeur d'eau ascendante et descendante	15
Figure02	L'hydrodistillation Traditionnelle	16
Figure03	Extraction par solvants	17
Figure04	Montage d'extraction par micro-onde	18
Figure05	Plante Pelargonium graveolens	23
Figure06	Champ de culture de Plante Pelargonium graveolens	29
Figure07	Intérêts économiques et thérapeutique de Pélargonium graveolens	42
Figure08	Geografischespreiding van Tapinoma nigerrimum	49
Figure09	Cycle de vie du Tapinoma nigerrimum	51
Figure10	Différentes familles des insecticides	56
Figure11	Schéma général de la procédure expérimentale	66
Figure12	Situation géographique de la région d'Oued Souf et Découpage administratif de la wilaya.(Troin ,2018)	68
Figure13	Le solvant organique utilisé dans l'expérience (Photos originale, 2021)	71
Figure14	Le pesticide utilisé dans l'expérience(Photos originale, 2021)	71
Figure15	Localisation du site d'étude (Google Earth, 2021)	72
Figure16	Les parties qui ont été utiliséesde la feuille (Photos originale, 2021)	73
Figure17	Montage d'hydrodistillation manipulé (Clevenger) (Photos originale, 2021).	74
Figure18	Etapas d'extraction d' huiles essentielles de Pelargonium graveolens	76
Figure19	Insecte utilisé dans l'expérience (photo originale).	78
Figure20	Diverses concentrations préparées pour l'application du traitement (Photos originale, 2021).	78
Figure21	Le processus de pulvérisation sur les insectes (Photos originale, 2021)	79
Figure22	Teneuren humidité de Pelargonium graveolens	81

Sommaire

Figure25	L'effet de l'huile essentielle sur un insecte Tapinoma nigerrimumen utilisant la méthode depulvérisation directe après une période de 5 minutes.	84
Figure26	L'effet de l'huile essentielle sur un insecte Tapinoma nigerrimumen utilisant la méthode de pulvérisation directe après une période de 10 minutes.	84
Figure27	L'effet de l'huile essentielle de Pelargonium graveolens sur un insecte Tapinoma nigerrimumen utilisant la méthode de trempage des feuilles filtrantes après une période de 5 minutes	87
Figure28	L'effet de l'huile essentielle de Pelargonium graveolens sur un insecte Tapinoma nigerrimumen utilisant la méthode de trempage des feuilles filtrantes après une période de 10 minutes.	87

Liste Des Abréviations

G : Gramme

µl : Microlitr

T : Temps

KG : kilogramme

P : Pelargonuim

HE : Huile essentielle

N : Témoin négatif

P:Témoin positif

ISO : International Organization for standarzation

OMS : Organisation mondiale de la sante

D : La densité

pH : Potentiel d'hydrogène

°C : Degré Celsius

V : Volume

min : Minute

DMSO :Dimethylsulfoxid

Sommaire

C : Concentration

% : Pourcentage

CM : Centimètre

**PREMIERE PARTIE:
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

Introduction

Introduction

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses ressources trouvées dans son environnement afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies. L'histoire des plantes aromatiques et médicinales 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 en médecine. On appelle plante médicinale toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies (Nogaret, (2003)).

L'histoire de l'aromathérapie a connu quatre périodes principales (Piochon, (2008)).

Dans les temps les plus anciens, les plantes aromatiques étaient utilisées entières, généralement en infusion ou décoction (Bazizi, (2017)).

Dans une seconde époque, elles ont été brûlées ou mises à macérer dans des huiles végétales. L'activité est alors attribuée aux substances odorantes (Piochon, (2008)).

La période qui a suivi est celle de l'extraction de cette substance odorante et de la création de la distillation. La notion d'huile essentielle fait alors son apparition. La quatrième et actuelle période correspond au développement des connaissances sur les huiles essentielles par tous les moyens modernes, que cela concerne leurs propriétés physiques, chimiques ou physiologiques (Baser et Buchbauer, (2010)). L'aromathérapie moderne commence au début du XXème siècle avec l'établissement de preuves sur le pouvoir antiseptique des huiles essentielles (Piochon, (2008)). Le premier à se consacrer à l'étude de leurs propriétés est Gattefossé, parfumeur et ingénieur chimiste de formation. Alors qu'il se brûle dans une explosion de son laboratoire, il plonge par réflexe sa main dans l'huile essentielle de lavande. Le soulagement immédiat et la guérison rapide qui suivra attirent son intérêt (Bazizi, (2017)). Il décide alors d'étudier les huiles essentielles et leurs propriétés. Un regain d'intérêt pour les huiles essentielles se manifeste à partir des années 1960-1970 avec la publication de plusieurs ouvrages de références. Un nombre croissant d'études scientifiques s'intéresse au sujet, permettant à la fois d'accroître nos connaissances sur la composition chimique des huiles essentielles mais également sur leurs applications possibles, notamment sur le plan médical (Baser et Buchbauer, (2010)).

L'engouement actuel pour les huiles essentielles n'est pas que scientifique (Laurent, (2017)). Il s'inscrit également dans la volonté du public d'un retour vers le « naturel », réputé à tort sans risque, mêlée de défiance à l'égard du chimique. Les huiles essentielles gagnent donc du terrain dans de nombreux domaines:

Introduction

cosmétiques, agroalimentaire, bien-être et bien sûr santé (Laurent, (2017)). Elles peuvent se trouver dans n'importe quel réseau de distribution : pharmacie, marché, magasins bio, grande distribution. Pourtant, si elles sont un atout pour soigner de nombreux maux, les huiles essentielles sont loin d'être sans danger. Pour se faire dans de bonnes conditions, leur usage passe par la maîtrise de leurs propriétés et de leurs dangers. Ceci nécessite de savoir « lire » dans leur composition chimique.

L'activité et la composition d'une huile essentielle ne sont pas liées de manière linéaire, mais un changement important du profil chimique d'une huile essentielle permet d'anticiper les variations de son activité.

L'étude des huiles essentielles est toujours d'une brûlante actualité malgré son ancienneté et les développements exponentiels des biotechnologies végétales.

L'histoire de l'aromathérapie naquit ainsi et, avec les progrès de la science, de nouveaux principes actifs et de nouvelles propriétés pharmacologiques ont permis de faire des plantes aromatiques et médicinales d'authentiques médicaments.

L'Algérie, de part sa position géographique, jouit de plusieurs facteurs de pédogenèse et de grandes variations climatiques auxquels s'ajoutent les ressources hydriques, tous favorables au développement des cultures intensives des PAM.

Cependant, rares sont les cultures des plantes à parfum qui ont fait l'objet d'études scientifiques très approfondies. Malheureusement, *Pelargonium graveolens* est un exemple éloquent d'espèce qui n'échappe pas à cette règle d'efficacité contre un insecte *Tapinoma nigerrimum*. Les huiles essentielles occupent une grande place dans la lutte biologique et sont très efficaces pour se protéger contre les insectes, les maladies ou les agressions extérieures (Piochon, (2008)). Il est devenu le centre de recherche dans l'industrie des bio pesticides, et son rôle dans la recherche phytosanitaire dans certains pays du monde n'a plus besoin d'être prouvé. Les substances d'origine naturelle et notamment les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative à la lutte contre les insectes ravageurs (Piochon, (2008)). Alors quel est l'effet de huiles essentielles sur l'insecte *Tapinoma nigerrimum* afin? Suffit-il d'être une alternative à l'insecticide chimique, et dans le cadre de la lutte biologique? Afin de répondre à cette problématique, ce travail s'est ouvert par une introduction suivie d'une partie théorique sur la généralisation des huiles essentielles et le deuxième chapitre sur le *Pelargonium graveolens*. Le troisième chapitre traite de la lutte biologique à l'aide d'extraits de plantes. Une partie expérimentale qui comprend le quatrième chapitre et est consacrée

Introduction

au matériel et aux différentes méthodes adoptées en laboratoire, suivie d'un cinquième chapitre qui utilise et discute tous les résultats des données de laboratoire traitées.

Enfin, le travail sera complété par une conclusion générale qui comprend des suggestions et des perspectives.

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS

SUR LES HUILES

ESSENTIELLES



I. Généralités sur les huiles essentielles :

Les huiles essentielles extraites des plantes par distillation comptent parmi les plus importants principes actifs des plantes (Piochon, (2008)).

I.1. Définition :

Il s'agit d'un extrait pur et naturel provenant de plantes aromatiques. Elle concentre l'essence de la plante, autrement dit son parfum (Nogaret, (2003)). Il s'agit de substances odorantes, volatiles, de consistance huileuse, très concentrées, offrant une forte concentration en principes actifs (Nogaret, (2003)). Il faut ainsi une très grande quantité de plantes fraîches pour obtenir quelques millilitres d'huiles essentielles (Nogaret, (2003)). On ne peut définir une essence sans définir sa méthode d'extraction. Selon la pharmacopée européenne :

« L'huile essentielle est un Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition » Selon Hurabielle, 1981, ce sont des produits généralement odorants, obtenus soit par entraînement à la vapeur d'eau, de végétaux ou de parties de végétaux, soit par expression du péricarpe frais de certain citrus. Cette définition excluant les essences obtenues par d'autres procédés d'extraction (Piochon, (2008)).

I.2. Historique :

Les premières preuves de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles datent de l'an 3000 avant J.C. (Baser et Buchbauer, (2010)). Les huiles essentielles semblent donc avoir accompagné la civilisation humaine depuis ses premières genèses. Les égyptiens puis les grecs et les romains ont employé diverses matières premières végétales ainsi que les produits qui en découlent, notamment les huiles essentielles (Piochon, (2008)). Ces utilisations concernaient différents domaines : parfumerie, médecine, rites religieux, coutumes païennes... etc (Piochon, (2008)).

L'étape byzantine de la civilisation a permis l'instauration des bases de la distillation et, avec l'ère arabe de la civilisation, l'huile essentielle devient un des principaux produits de commercialisation internationale. Ainsi, vers l'an mille, Avicenne, médecin et

scientifique persan, a défini précisément le procédé d'entraînement à la vapeur (Bazizi, (2017)). L'Iran et la Syrie deviennent les principaux centres de production de divers types d'extraits aromatiques (Bazizi, (2017)). Par la suite, les huiles essentielles ont bénéficié des avancées scientifiques, au niveau des techniques d'obtention et de l'analyse de leur composition chimique.

Parallèlement, leur utilisation a aussi tiré profit de l'avènement de l'aromathérapie.

René Maurice GATTEFOSSE a créé, en 1928, le terme de l'aromathérapie et il a mené de nombreux travaux concernant les huiles essentielles, notamment leurs propriétés ; ces résultats seront à l'origine de nombreuses autres recherches (Bazizi, (2017)).

I.3. La qualité des huiles essentielles (HE):

La qualité est mesurée par sa conformité à des normes qui peuvent varier selon l'utilisation de l'huile essentielle, par exemple : les normes "AFNOR" (Association Française pour la Normalisation) et ISO (Organisation Internationale de Standardisation) sont les barèmes utilisés pour juger la qualité des huiles essentielles dans les secteurs des parfums (Laurent, (2017)).

- En phytothérapie, leur qualité peut être assurée par la présence d'une certaine quantité de substances des parfums.
- En pratique, la qualité des huiles essentielles est évaluée de deux façons :

Premièrement par des analyses chimiques et physico-chimiques et deuxièmement par les propriétés organoleptiques de l'huile essentielle (Laurent, (2017)).

- La première est effectuée par des laboratoires spécialisés et la deuxième par un panel de personnes expérimentées ou encore par un nez artificiel (Laurent, (2017))

I.4. Répartition et Localisation :

Les huiles essentielles n'ont pas une présence générale chez les végétaux. Environ 1% des espèces élaborent des essences (Mohamed, 2010).

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux :

- Les fleurs dans le bergamotier, tubéreuse.
- Feuilles dans les citronnelles, laurier.
- Racines dans les vétivers.
- Rhizomes dans les curcumas.
- Fruits dans les badianes.

- Graines dans les muscades.
- Écorces dans canneliers.
- Bois dans les camphriers.

Si tous les organes d'une même espèce peuvent retenir une huile essentielle, la composition de cette dernière peut varier selon sa localisation (Mohamed, (2010)).

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées (Bazizi, (2017)). Elles sont produites dans des cellules glandulaires spécialisées recouvertes d'une cuticule (Bazizi, (2017)). Elles sont alors stockées dans des cellules à huiles essentielles (Lauraceae ou Zingiberaceae), dans des poils sécréteurs (Lamiaceae), dans des poches sécrétrices (Myrtaceae ou Rutaceae) ou dans des canaux sécréteurs (Apiaceae ou Asteraceae) (Bazizi, (2017)). Elles peuvent aussi être transportées dans l'espace intracellulaire lorsque les poches à essences sont localisées dans les tissus internes (Bazizi, (2017)).

Sur le site de stockage, les gouttelettes d'huile essentielle sont entourées de membranes spéciales constituées d'esters d'acides gras hydroxylés hautement polymérisés, associés à des groupements peroxydes (Bazizi, (2017)). En raison de leur caractère lipophile et donc de leur perméabilité extrêmement réduite vis-à-vis des gaz, ces membranes limitent fortement l'évaporation des huiles essentielles ainsi que leur oxydation à l'air. (Bazizi, (2017)).

I.5. Formation :

On distingue, les essences préformées et non préformées.

A. **Les essences préformées:** la synthèse et l'accumulation des HE sont assurées par des

structures histologiques spécialisées, telle que:

- ✚ Cellules à huile essentielle (Lauracées - Zingibéracées)
- ✚ Poils sécréteurs (Lamiacées)
- ✚ Poches sécrétrices (schizogènes: Myrtacées et Schizolysigènes: Rutacées)
- ✚ Canaux sécréteurs (Apiacées - Asteracées) (Piochon, (2008)).

B. **Les essences non préformées:** sont des produits odorants qui se forment après hydrolyse enzymatique, ex: essence d'amande amère (Kaloustian, (2012)).

I.6. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles :

- ✚ Liquides à température ambiante.
- ✚ Les huiles essentielles sont volatiles et entraînable à la vapeur d'eau.
- ✚ Elles sont généralement incolores ou jaune pâle.
- ✚ Leur densité est généralement < 1 sauf exception (huile essentielle de sassafras, de girofle, ou decannelle).
- ✚ Indice de réfraction souvent élevé et sont douées de pouvoir rotatoire.
- ✚ Peu solubles dans l'eau (odeur= eau distillée florale), elles sont solubles dans les alcools de titres élevés, solubles dans les huiles fixes et la plupart des solvants organiques apolaires.
- ✚ Elles sont altérables, sensibles à l'oxydation. Elles ont tendance à se polymériser en donnant des produits résineux (Franchomme, (2001)).

I.7. Composition chimique :

Les huiles essentielles sont des mélanges très complexes* constituées de 2 groupes d'origine biologique distinctes:

A. Les Terpénoïdes : (C₅H₈)_n

Les huiles essentielles sont constituées des terpènes les plus volatils :

- Monoterpènes à **C₁₀**: ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques.
- Ils constituent + 90% des huiles essentielles, Plusieurs variations structurales existent telle que: alcools-aldéhydes, cétones, phénols...
- Sesquiterpènes à **C₁₅**: Les plus répandus sont les carbures, les alcools et les cétones (Piochon, (2008)).

B. Composées aromatiques dérivés du phénylpropane:(C₆-C₃)

Ils sont beaucoup moins fréquents que les terpénoïdes, ils sont classés selon la nature des fonctions qu'ils portent (acides, aldéhydes, phénols...)(Cohen, (2013)).

NB : La plupart des constituants sont d'origine terpénique ; seul un petit nombre HE sont constituées majoritairement de composés aromatiques (HE de cannelle et de girofle).

Parmi les constituants très nombreux des huiles essentielles l'un domine généralement: Huile essentielle de badiane et d'anis renferment 95% d'anéthol. (Piochon, (2008)).

I.8.Fonction de l'huile essentielle dans la plante :

L'existence des huiles essentielles dans les végétaux même si leur fonction n'est pas toujours précisément connue, répondrait aux besoins d'une protection spécifique des espèces en fonction de leur environnement (Fabre, (2017)).

- Les plantes étant immobiles, elles auraient développé les huiles essentielles pour constituer une défense chimique contre les micro-organismes. Elles repoussent les parasites et protègent la plante de certaines maladies grâce à leurs propriétés antifongiques, antivirales, antibactériennes ou insectifuges.
- Elles se défendent également contre les autres plantes. Par exemple, *Erica cinerea*, la bruyère cendrée diffuse des substances télétoxiques afin d'éviter la pousse d'autres végétaux à proximité. (Une lande de bruyère ne comporte aucune autre végétation).
- Elles attirent au contraire les insectes pollinisateurs (fleurs parfumées, fécondées par certains insectes butineurs) et permettent ainsi à la plante d'assurer sa reproduction.
- Elles aideraient à guérir blessures et attaques diverses auxquelles sont soumises les plantes.
- Elles remplissent une action de protection contre les brûlures solaires;
- Elles pourraient permettre aux plantes de communiquer entre elles. Par exemple, une plante attaquée par un herbivore pourrait envoyer des signaux d'alerte (substances volatiles comme hexénal ou l'ocimène) aux autres plantes du secteur, pour lesquelles déclenchent des mécanismes de défense.

Elles représentent une réserve d'énergie mobilisable (ex. : en cas de conditions climatiques défavorables) (Fabre, (2017)).

I.9 Le contrôle des huiles essentielles (HE):

Les drogues à huiles essentielles et les huiles essentielles doivent répondre à des normes selon la pharmacopée

- **Caractères organoleptiques** : Odeur, saveur et Couleur de HE.
- **Caractères physiques** : déterminer les indices suivants : Densité, Indice de réfraction, Pouvoir rotatoire, Viscosité, Point de fusion et de congélation, Solubilité dans l'alcool des huiles essentielles.

- **Caractères chimiques** : telle que : Indice d'acide, Indice de carbonyle, Indice d'ester, Eaudans les huiles essentielles...
- **Caractères chromatographiques et spectrophotométriques** : en réalisant : CCM, CPG, CPG/SM, HPLC, HPLC/SM.
- **Dosage des huiles essentielles** : Le dosage se fait par **entraînement à la vapeur d'eau** dans un appareil spécial, dans des conditions précises.

Le distillat est recueilli dans le tube gradué en présence de xylène pour fixer l'huile essentielle tandis que la fraction aqueuse retourne automatiquement dans le ballongénérateur de vapeur, le Résultat est exprimé en ml/kg de drogue (Julia , (2017).

I.10 Utilisations des huiles essentielles :

Elles sont utilisées dans certains médicaments, en parfumerie, en phytothérapie ou comme agent de saveur dans l'alimentation. Il faut distinguer l'activité de l'huile essentielle et celle de la plante infusée. Il existe souvent un seuil, au-delà duquel, elles peuvent devenir toxiques. L'utilisation des plantes et des huiles est contrôlée par le code de la santé publique. (Kim ks et al., (2000).

Depuis plusieurs années les huiles essentielles ont envahi de nombreux produits de la vie courante. On les retrouve de plus en plus en tant qu'arômes alimentaires comme exhausteur de goûts (cafés, thés, tabacs, vins, yaourts, plats cuisinés,...). La cosmétique et principalement la cosmétique-bio est également un secteur qui utilise de plus en plus d'huiles essentielles on les retrouve dans de nombreux produits comme : savons, shampoings, gel-douches, crèmes... Les HE servent par exemple comme produits phytosanitaires pour combattre dans les cultures végétales les infections fongiques ou bactériennes ou virales. Elles apportent des solutions en agriculture biologique, réduisant les effets néfastes des pesticides de synthèse comme la pollution ou le développement de résistances (Julia ,(2017).

Des textes akkadiens datant de plus de quatre mille ans nous apprennent qu'à Babylone, on brûlait du cyprès pour enrayer les épidémies (Bruneton ,(2016). Les premiers textes relatant l'utilisation d'huiles fines et de parfums sont des papyrus hiéroglyphes égyptiens datant de plus de 2800 ans (Bruneton ,(2016). Les civilisations chinoises et indiennes employaient également les huiles essentielles pour les soins thérapeutiques et cosmétiques (Bruneton ,(2016). Certaines huiles sont dermocaustiques (agressive pour la

peau), comme l'origan, d'autres photosensibilisantes comme les agrumes (Bruneton ,(2016)

Par conséquent, il faut agir avec grande précaution et respecter ces quelques règles de base (Bruneton ,(2016).

- Ne jamais appliquer une huile essentielle pure sur la peau et surtout sur les muqueuses.
- L'huile essentielle doit être très fortement diluée dans un support comme une huile végétale.
- Certaines huiles essentielles peuvent être irritantes.
- éviter de s'exposer au soleil après application d'une huile essentielle, car certaines huiles essentielles (surtout celles des Citrus) sont photosensibilisantes (augmentation de la sensibilité aux U.V), ou peuvent provoquer l'apparition de taches pigmentées disgracieuses sur la peau. - En cosmétologie aromatique, on utilise entre 0,5 % et 2 % d'HE pour le visage, 2 % et 5 % pour le corps, et jusqu'à 10 % pour les soins très localisés(Boudiaf,2016).

I.11. Les techniques d'extraction des huiles essentielles et des extraits aromatiques :

INTRODUCTION :

Les premières techniques d'extraction de produits aromatiques d'origine végétale ont vu le jour lorsque l'Homme a pris conscience de l'intérêt de la nature qui l'entourait et de ses bienfaits. Depuis ces temps très anciens, les diverses civilisations du monde entier ont chacune apporté une pierre à l'édifice dans le domaine de l'extraction (Marianne, 2008). Les Egyptiens utilisaient une technique d'enflourage ou de diffusion de molécules aromatiques sur divers supports gras, en Asie, les décoctions et tisanes étaient préférées. Si l'apparition du feu, fut l'un des événements majeurs dans l'histoire de l'humanité, il fallut cependant attendre l'avènement de la civilisation Arabe pour qu'un usage en soit fait dans le domaine de l'extraction (Marianne, 2008). La distillation alcoolique était née ! Grâce à la découverte de la distillation et à la compréhension des phénomènes qui la régissent, de nombreuses autres techniques d'extraction utilisant un chauffage traditionnel par le feu, ont vu le jour. (Marianne, 2008)

C'est ainsi que l'hydro-distillation et l'entraînement à la vapeur furent utilisés dès la renaissance pour extraire l'huile essentielle d'une grande partie de végétaux (Peng et al, 2004).

La rareté et la fragilité de certains végétaux permirent l'élaboration de nouvelles techniques d'extraction toujours plus pointues et utilisant les dernières technologies offertes par les avancées du XX^{ème} siècle (Peng et al, 2004). Comme ce fut le cas des siècles plus tôt pour les techniques de distillation, l'avènement des micro-ondes durant la fin du XX^{ème} siècle, représente une nouvelle grande étape dans le domaine de l'extraction (Peng et al, 2004). Ce moyen de chauffage radicalement différent a révolutionné l'extraction grâce à des propriétés qui lui sont totalement exclusives : rapidité, chauffage sans inertie et sélectivité. Dans un premier chapitre sont exposées et décrites les principales techniques d'extraction conventionnelles des huiles essentielles et des extraits aromatiques actuellement utilisées (Peng et al, 2004). Le second chapitre est exclusivement consacré à l'étude des techniques d'extraction assistées par micro-ondes (Peng et al, 2004).

Pour cela, un descriptif de la technologie micro-ondes est tout d'abord réalisé, suivi d'une étude des différentes techniques d'extraction des huiles essentielles et des extraits aromatiques assistées par micro-ondes (Adams, 2007).

Enfin, un recensement d'une part, des brevets déposés dans le domaine de l'extraction assistée par micro-ondes et d'autre part, le recensement de toutes les espèces végétales soumises à une extraction assistée par micro-ondes, sont présentés. (Adams,2007).

Il existe plusieurs méthodes d'extraction d'HE dont voici les principales :

I.11.1.Entraînement à la vapeur d'eau :

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydro-distillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter. De la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au dessus d'une grille (Béliveau et al 2005). Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle »(Béliveau et al 2005).

Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique : l'huile essentielle. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile. L'hydro-diffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur (Figure 1).

Dans le cas de l'hydro-diffusion, le flux de vapeur n'est pas ascendant mais descendant. Cette technique exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau (Mohamed, 2015). Le principe de cette méthode réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange

« Vapeur d'eau – huile essentielle » dispersé dans la matière végétale.

Comme pour l'entraînement à la vapeur d'eau, l'hydro-diffusion présente l'avantage de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. De plus, l'hydro-diffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur. (Mohamed, 2015)

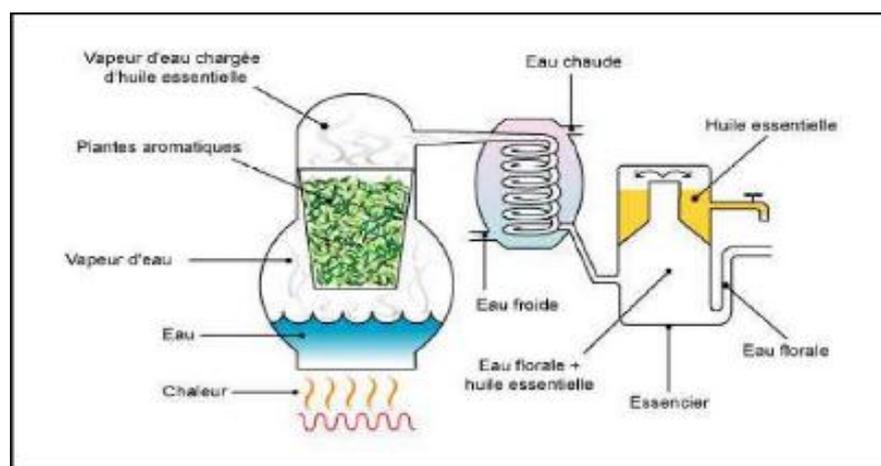


Figure.1 : Entraînement à la vapeur d'eau ascendante et descendante (Julia, 2017).

I.11.2. Hydro-distillation:

L'hydro-distillation proprement dite, est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle, ainsi que pour le contrôle de qualité (Burt, 2004).

✚ . Le principe de l'hydro-distillation:

Correspond à une distillation hétérogène. Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un bain d'eau.

L'ensemble est ensuite porté à ébullition généralement à pression atmosphérique.

La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotrope. (Burt, 2004).

Sachant que la température d'ébullition d'un mélange est atteinte lorsque la somme des tensions de vapeur de chacun des constituants est égale à la pression d'évaporation, elle est donc inférieure à chacun des points d'ébullition des substances pures) (Béliveau et al., 2005) Ainsi le mélange azéotrope « eau + huile essentielle » distille à une température égale 100°C à pression atmosphérique alors que les températures d'ébullition des composés aromatiques sont pour la plupart très élevées (Béliveau et al 2005).

Il est ensuite refroidi et condensé dans un essencier ou vase florentin. Une fois condensées, eau et molécules aromatiques du fait de leurs différences de densité, se séparent en une phase aqueuse et une phase organique : l'huile essentielle.

La distillation peut s'effectuer avec ou sans recyclage de la phase aqueuse obtenue lors de la décantation (Benouali, 2015). Le principe de recyclage est communément appelé cohobage. En laboratoire le système équipé d'une cohobe qui est généralement utilisé pour

l'extraction des huiles essentielles en accord avec la Pharmacopée Européenne est le Clevenger. (Benouali, 2015).

➤ **Première Partie :**

Technique d'extraction des huiles essentielles et des extraits aromatiques La durée d'une hydro-distillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter.

La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait (Mohamed, 2016).

Afin de traiter des matières premières pour lesquelles il est difficile d'extraire l'huile essentielle ou pour les essences difficilement entraînaibles, l'hydro-distillation à pression élevée représente une bonne alternative (Béliveau et al 2005).

Cette technique est en outre utilisée pour le santal, le girofle ou les rhizomes de vétiver, de gingembre et d'iris (Béliveau et al 2005).

Cependant, bien que le travail sous pression conduise à une amélioration du rapport d'entraînement donc à des économies d'énergie, une température élevée peut emmener une modification voire une altération de l'huile essentielle obtenue (Burt, 2004).

D'autre part, le prix et les contraintes des équipements à mettre en œuvre contribuent à freiner cette technique (Burt, 2004).

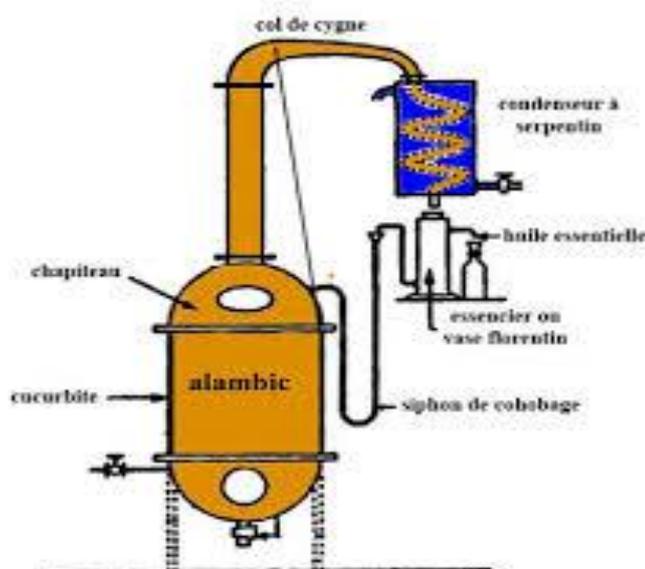


Figure.2 : L'hydro-distillation Traditionnelle (Mohamed, 2016).

- La Turbo-distillation Est Un Procédé D'hydro-distillation Accélérée En Discontinue. Cette Technique Est Prédestinée Aux Matières Premières Végétales Difficiles A Traiter (Les Racines, Les Ligneux Ou Les Graines, Exemple : Badiane De Chine Ou Les Graines De Céleri)(Mohamed,2016).

Elle Représente Une Alternative A des Hydro-distillationsde Longue durée.

Le Réacteur Contenant La Matière Végétale Est Equipé d'une Turbine Qui Permet d'une Part, La Dilacération Des Matières Végétales, d'autre Part, Une Agitation Turbulente, D'où Un Meilleur coefficient de transfert thermique Et une Augmentation De La Surface De Vaporisation. (Mohamed,2016).

I.11. 3.Extraction par solvants :

La méthode de cette extraction est basée sur le fait que les essences aromatiques sont solubles dans la plupart des solvants organiques. Le procédé consiste à épuiser le matériel végétal par un solvant à bas point d'ébullition qui par la suite, sera distillation sous pression réduite. L'évaporation du solvant donne un mélange odorant de consistance pâteuse dont l'huile est extraite par l'alcool. L'extraction par les solvants est très coûteuse à cause du prix de l'équipement et de la grande consommation des solvants (Peng et al., 2004)

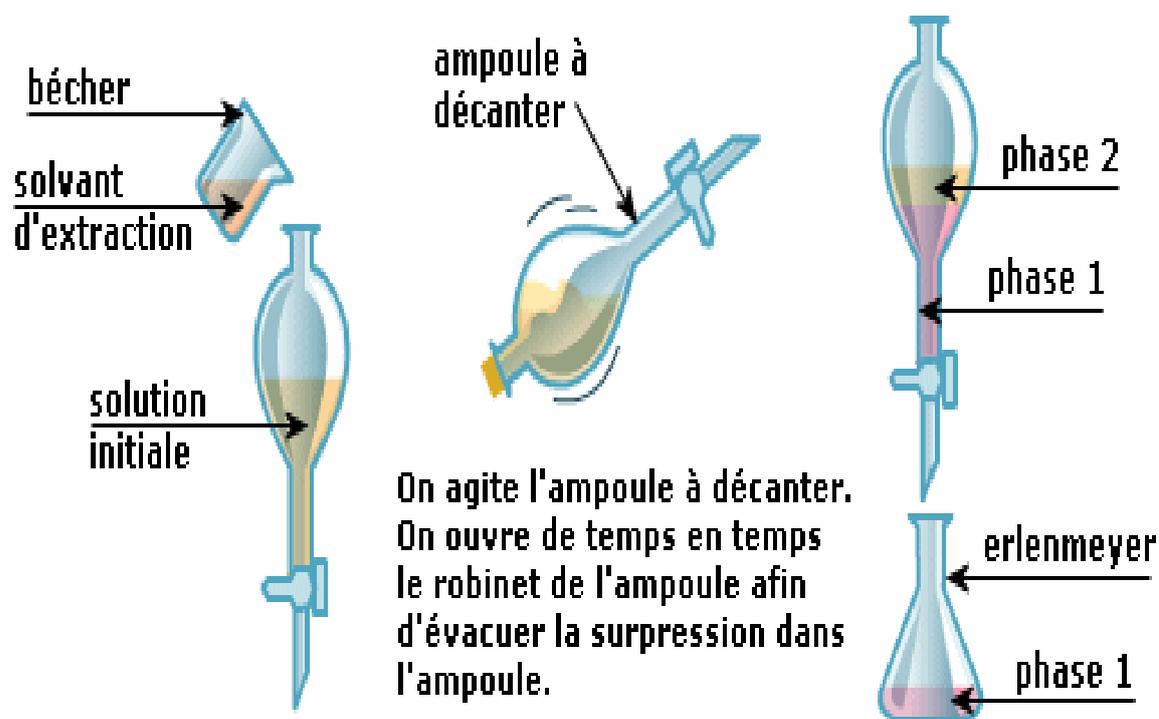


Figure.3 :Extraction par solvants (Peng et al., 2004)

I.11. 4.Extraction assistée par micro-onde:

La technique d'extraction par micro-onde a été développée au cours des dernières décennies à des fins analytiques. Le procédé d'extraction est basé sur l'absorption de l'énergie de la micro-onde par les composantes du matériel végétal et qui sont mesurées par une constante diélectrique, cette absorption dépend aussi de la fréquence de l'onde et de la température du matériel végétal. (Benouali,2015)

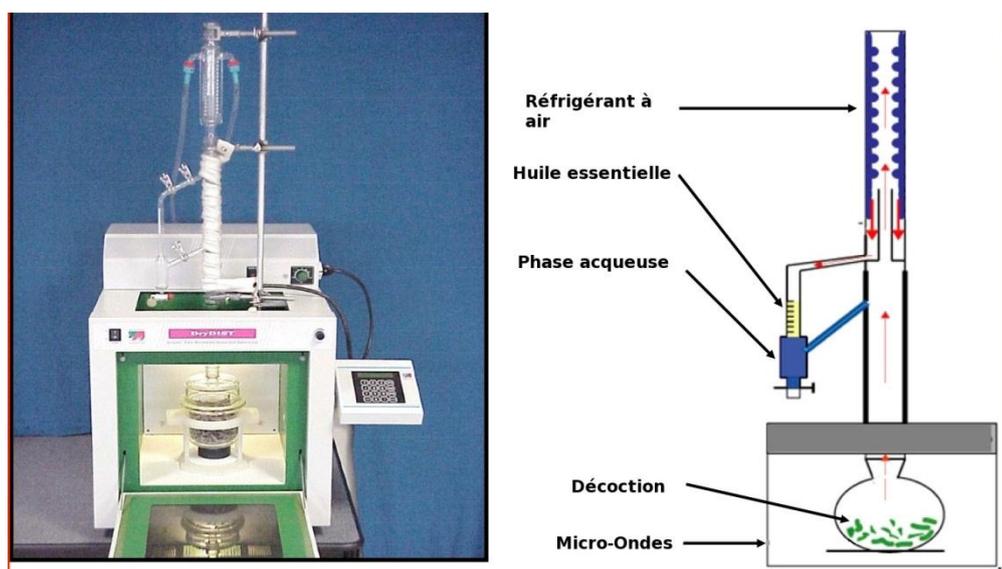


Figure 4 : Montage d'extraction par micro-onde(Benouali,2015)

I.11. 5.L'expression à froid:

L'expression à froid est réservée à l'extraction des composés volatils dans les péricarpes des hespéridés.

Il s'agit d'un traitement mécanique qui consiste à déchirer les péricarpes riches en cellules sécrétrices.

L'essence libérée est recueillie par un courant d'eau et reçoit tout le produit habituel de l'entraînement à la vapeur d'eau, d'où la dénomination d'huile essentielle(Besombes, 2008).

I.12 Méthode d'identification chimique des huiles essentielles:

La composition chimique des huiles essentielles confère des propriétés spécifiques ou caractéristiques permettant d'authentifier son origine(Benouali,2015)

- Quelque soit le secteur d'utilisation, l'analyse physico-chimique préalable des huiles essentielles reste une étape importante.

- Les caractéristiques physiques les plus communément utilisées pour caractériser des huiles essentielles sont :La densité relative, l'indice de réfraction, la couleur, la miscibilité et le pouvoir rotatoire.
- La détermination de la composition chimique des huiles essentielles basées sur les séparations chromatographiques permet de distinguer plus facilement une huile essentielle naturelle pure d'une huile modifiée.
- Différentes techniques comme la chromatographie en phase gazeuse (CPG) couplée à un détecteur d'ionisation de flamme ou, mieux encore, à un spectromètre de masse (CPG-SM.)

La chromatographie sur Colonne (CC) et la chromatographie en couches minces (CCM) sont utilisées pour l'analyse des huiles essentielles. (Chiasson et Beioin, 2007)

I.12.1 La chromatographie en phase gazeuse (CPG):

La chromatographie en phase gazeuse est une méthode d'analyse pour séparation qui s'applique aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition(Benouali,2015). Les progrès technologiques réalisés dans le domaine des colonnes capillaires, des phases stationnaires et des détecteurs ont contribué à rendre La CPG incontournable pour la caractérisation des huiles essentielles. (Benouali,2015)

Le chromatographe en phase gazeuse est constitué de trois modules : un injecteur, une colonne capillaire dans le four et un détecteur(Besombes, 2008). Le mode d'injection le plus répandu est l'injection en "split" ou injection avec "Division de flux", Il est utilisé pour l'analyse de solutions concentrées.L'injection se fait à haute température. L'échantillon est rapidement introduit dans l'injecteur où il est instantanément vaporisé et mélangé au gaz vecteur (hélium, azote, argon ou hydrogène)(Besombes, 2008). Une électrovanne permet de régler le débit de fuite. Ce procédé permet de faire sortir qu'une fraction importante du flux gazeux soit évacuée, diminuant ainsi la quantité d'échantillon qui pénètre dans la colonne évitant de saturer la phase stationnaire(Besombes, 2008). Le four contient l'élément-clé de la séparation chromatographique; la colonne analytique. Cette colonne peut-être de deux types : une colonne remplie ou colonne capillaire. Dans le cas des huiles essentielles les colonnes capillaires semblent plus adaptées ; elles sont en métal, en verre ou plus souvent en silice fondue. Les substances de l'échantillon traversent la totalité de la colonne où est placée la phase stationnaire. (Besombes, 2008)

I.12.2. La spectrométrie de masse (SM):

La spectrométrie de masse permet l'identification et la quantification des composés. Il existe de nombreux types de spectromètre de masse ; tous ont en communs trois éléments : une source, un analyseur et un détecteur.

La source est la partie du spectromètre de masse où sont produits des ions gazeux à partir des molécules introduites. En couplage avec la CPG, où les composés sont élués arrivent au spectromètre à l'état gazeux, les sources utilisées sont dites à "Ionisation chimique (IC)" ou à "Ionisation électronique (IE)".

La source est maintenue à une température élevée pour éviter la condensation des substances (Bouchonnet et Libong, 2004).

Les ions sont ensuite dirigés vers la partie analytique de l'appareil. Dans le spectromètre, les ions sont séparés selon leur "rapport" masse/charge", à l'aide d'un champ magnétique ou électrique (Besombes, 2008)

I.12.3 Couplage CPG - SM:

Le couplage chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse est aujourd'hui une des techniques parmi les plus utilisées de la chimie analytique.

L'association des deux techniques fournit un instrument d'analyse particulièrement performant. (Chiasson et Beioin, 2007)

I.13. Toxicité des huiles essentielles :

Il est erroné de dire qu'un remède naturel ne peut pas faire de mal ! Les poisons les plus puissants sont d'origine végétale ! Par conséquent, il convient d'aborder le monde fascinant des traitements naturels avec un réel intérêt, (Bekhechi et Abdelouahid, 2010).

Les effets toxiques d'une huile essentielle varient considérablement selon sa nature. Certaines huiles essentielles se révèlent cytotoxiques. Les huiles essentielles du thym et de la lavande, selon la phase dans laquelle elles sont mises en contact; à titre d'exemple, elles sont avérées cytotoxiques pour des cellules de hamster chinois. Par ailleurs, des huiles essentielles des différentes variétés d'origan ont montré une forte cytotoxicité sur des cellules humaines dérivées du cancer (Bouhafs et al., 2014).

Certaines huiles essentielles ont une action neurotoxique (Huignard et al., 2008). Compte tenu de la grande diversité des monoterpènes contenus dans les huiles essentielles, plusieurs études confirment que leur activité insecticide est due à plusieurs

mécanismes synergiques qui affectent des cibles multiples et perturbent ainsi plus efficacement l'activité cellulaire (Huignard *et al.*, 2008).

En effet, la nature lipophile de l'huile essentielle peut dégrader la couche cireuse et causer des pertes en eau. Les trachées et les sacs d'air des insectes sont induits de cette couche cireuse et sont affectés par l'huile essentielle ce qui peut entraîner l'asphyxie (Chiasson et Beioin, 2007).

CHAPITRE II
GÉNÉRALITÉS
SUR Le
Pelargonium
graveolens



II.1-Historique :

Le *Pelargonium graveolens* provient du Cap de Bonne Esperance en Afrique du Sud. Il a été introduit en Europe à la fin du 17ème siècle dans les jardins botaniques (Peyron,2013). Au milieu du 19, la véritable Rose du Levant (*Rosa damascena* Mill.) devenant rare et le prix de son huile essentielle très élevé, contraignit les parfumeurs de l'époque à rechercher de nouvelles sources d'essences à odeur de rose, d'où les essais de culture de *Géranium rosat* par D'Emerson et les premières plantations dans la région de Grasse en France pour la production d'huile essentielle. Cependant, la culture s'accommodait mal aux contraintes climatiques et économiques du Sud de la France. Très rapidement, de nouvelles plantations furent développées en Algérie et à la Réunion (Simpson, 2010). Dès le début du 20ème siècle, la culture du *Géranium rosat* est apparue dans d'autres régions : Corse (France), Italie, Espagne, Portugal, Maroc, Tunisie, Egypte, Russie, Comores, Afrique du Sud, Congo, Inde, Brésil, Chine (Ghedira et Goetz, 2015 ; Peyron,2013).



Figure.5 : Plante *Pelargonium graveolens* (Photos originale, 2021).

II.3-Nomenclature :

Le *P. graveolens* porte différents noms dont les plus connus sont : *géranium rosat* (nom à l'île de la Réunion), *géranium odorant*, *pélargonium x asperum*, *Pelargonium roseum* Willd...etc. (Miller, 2002).

✚ Nom scientifique : *Pelargonium graveolens*.

✚ Nom commun : *Géranium rosat*.

✚ Nom local: laàtarchya (ElOuadiet *al.*, 2017).

Anglais: *Sweet-scented geranium, scented pelargonium, rose geranium* (Ghedira et Goetz, 2015).

II.2-Présentation de la famille des *Géraniacées* (*Geraniaceae*) :

La famille des *Geraniaceae* (communément appelées *Géraniacées*) est une famille de plantes dicotylédones vraies qui comprennent 5–7 genres et 650–800 espèces (Simpson, 2010).

Cette famille est constituée d'arbustes, parfois à tiges lignées (Kubitzki, 2007).

Les genres *Géranium* et *Pélargonium* sont classés dans la famille des *Geraniaceae* et possèdent un fruit allongé similaire, composé de 5 méricarpes, chacun contenant une seule graine (Miller, 2002).

Classification de *Pélargonium graveolens* Selon Miller, 2002 les premiers *Pélargoniums* ont été regroupés avec des *Géraniums*. Plus de quarante ans plus tard, le botaniste français Charles-Louis L'Héritier (15 juin 1746 - 16 août 1800) a clairement distingué entre le *Pélargonium* et les deux genres *Erodium* et *Geranium*.

Vers la fin du dix-huitième siècle, le nombre de nouvelles espèces de *Pélargonium* et ces hybrides a tellement augmenté que leur classification est devenue nécessaire.

La première tentative sérieuse a été faite par Sweet en 1820, dans le premier de ses cinq volumes de *Geraniaceae*. Il a séparé plusieurs espèces parmi les plus distinctes en créant dix nouveaux genres (Miller, 2002).

La plupart des systèmes de classification qui ont suivi étaient des fusions des systèmes produits par Sweet et de Candolle. William Henry Harvey, un botaniste irlandais (5 février 1811 - 15 mai 1866), produisit son « *Flora Capensis* » en 1860, où il sépara le genre en 15 sections, dont beaucoup étaient des combinaisons de ceux proposés par Sweet et de Candolle.

La division du genre par Harvey en sections a été suivie par des botanistes de plusieurs régions du monde qui ont étudié tous les aspects de la taxonomie, y compris l'emplacement, l'habitat, la taille et le nombre de chromosomes, les caractéristiques du pollen, la teneur en alcaloïdes et en protéines, la morphologie externe et l'anatomie interne.

Le tableau suivant représente la position systématique de *Pélargonium graveolens* d'après le service de conservation des ressources naturelles (Natural Resource Conservation Service – NRCS), agence du département de l'agriculture des États-Unis

(United States Département of Agriculture, USDA) Classification classique du *P. graveolens* (Ghedira et Goetz, 2015)

Tableau. 1: Classification du *Pelargonium graveolens* (Ghedira et Goetz, 2015)

Règne	Plantae (Plantes)
Sous-règne	Tracheobionta (Trachéophytes)
Super division	Spermatophyta (plantes à graines)
Division	Magnoliophyta (ou angiospermes), plantes à fleurs
Classe	Magnoliopsida (ou dicotylédones)
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Geraniales
Famille	Geraniaceae
Genre	<i>Pelargonium</i>
Espèce	<i>Pelargonium graveolens</i> (ElOuardiet <i>al.</i> , 2017)

II.4- Caractérisation botanique :

II.4.1- Morphologie de la plante :

Pelargonium graveolens est un sous arbrisseau vivace avec un aspect de grosses touffes et ressemble au *Pelargonium capitatum* mais de taille plus petite. Son envergure atteint de 20 à 40cm. Dans son milieu d'origine (Cap de Bonne Espérance), sa hauteur varie de 45 à 60cm et en Europe, cette plante peut atteindre 60cm à 1m de haut. Elle a donc une hauteur moyenne de 40 à 80cm (Miller, 2002).

a - L'appareil végétatif :**a.1 - Le système racinaire :**

La plante possède des racines fortement ramifiées. Ces racines peuvent descendre jusqu'à 40 à 60cm de profondeur.(Ghedira et Goetz, 2015).

a.2 - La tige :

Les tiges sont dressées, très fragiles, et ont une section circulaire. Elles ont un diamètre variant entre 0,6 à 1,3cm environ avec une longueur de 10 à 15cm. En plus, ces tiges sont poilues mais dépourvues d'huile essentielle.(Kubitzki, 2007).

a.3 - Le système foliaire :

Les feuilles sont stipulées et pétiolées avec une phyllotaxie alterne. Les limbes portés par un long pétiole ont subdivisé en 5 à 7 lobes, colorés en vert foncé à vert clair et ont un diamètre de 5 à 8 cm. Les stipules sont foliacées et cordées (Simpson, 2010). Ces feuilles du *géranium rosat* sont rugueuses, découpées à l'extrême, duveteuses dans les deux faces et fortement aromatiques (Simpson, 2010). C'est dans ces duvets (ou poils) que se trouvent les huiles essentielles odorantes de la plante C'est pourquoi, les feuilles exhalent une subtile odeur de rose quand on les froisse. Ces poils sont alors appelés "poils sécréteurs à essence" (Simpson, 2010).

a.4- Structure du poil sécréteur :

Les poils sécréteurs sont des émergences de l'épiderme dont certaines cellules sécrètent des huiles essentielles ou des résines.Pour *Pelargonium graveolens*, ce poil est subdivisé en deux parties : la tête et le pédicelle(Ghedira et Goetz, 2015).

- La tête est la partie sécrétrice de l'essence. C'est l'élément terminal du poil, constitué par une seule cellule sécrétrice.

- Le pédicelle est le pied de ce poil. Il est pluricellulaire dont les cellules sont moins volumineuses que la cellule voisine appartenant à la tête.(Ghedira et Goetz, 2015)

b - L'appareil reproducteur :

L'inflorescence est en ombelle. La fleur est assez irrégulière ou *zygomorphe* et *hermaphrodite*. Elle apparaît et s'épanouit pendant la saison chaude et humide (Simpson, 2010).

b.1 - le calice :

Il est formé par 5 sépales libres , irréguliers et de couleur vert foncé. Ces sépales sont disposés sur un verticillé avec une préfloraison quinconciale(Kubitzki, 2007).

b.2 - La corolle :

Elle est également irrégulière et est composée de 5 pétales libres de tailles inégales: 2 grands et 3 petits. Elle est colorée en rose tachetée de pourpre vers le milieu. Elle a une préfloraison imbriquée(Ghedira et Goetz, 2015).

b.3 - L'androcée :

C'est l'ensemble d'organes reproducteurs mâles formés par des étamines. Pour le cas du *Pelargonium graveolens*, il est constitué de 7 étamines fertiles extrorses, parfois 10 dont 3 ou 4 sont des staminodes. Ses anthères dorsifixes, à fente de déhiscence longitudinale sont portées par des filets réunis dans sa moitié inférieure, c'est à dire plus ou moins monadelphes (Simpson, 2010).

b.4 - Le gynécée ou le pistil :

Cet organe est composé par un ovaire à 5 carpelles et à 5 loges contenant un ovule par loge. Cet ovaire est surmonté par un style terminal avec 5 stigmates, et est situé au dessus des autres pièces florales. Les ovules se fixent au placenta sur les axes. Ils sont alors une placentation axiale (Ghedira et Goetz, 2015)

b.5 - Le fruit et la graine :

Les fruits sont capsulaires et les graines sont généralement stériles(Simpson, 2010).

II.4.2-Mode de culture :**II.4.2.1-Milieu naturel:**

Les conditions climatiques ont une forte influence sur le développement du *Géranium rosat* qui demande un climat chaud, sec et sans vent nuisible(Kubitzki, 2007). La température doit rester supérieure ou égale à 3/5°C. Des précipitations de l'ordre de 1 000 à 1 500 mm d'eau par an sont recommandées(Kubitzki, 2007). Les faibles gelées sont à craindre d'autant que les plants sont plus jeunes. Idéalement, *le Géranium croît* dans des conditions climatiques et édaphiques ni trop humides, ni trop sèches(Kubitzki, 2007). En effet, des conditions trop humides sont favorables au développement de la rouille capable de détruire une plantation en quelques jours. (Kubitzki, 2007).

En revanche, des conditions trop sèches entraînent un retard de croissance *Le Géranium rosat* n'est guère exigeant au point de vue du sol ; toutefois, il prospère particulièrement bien dans les terres légères, fertiles, fraîches, saines, silico-argileuses, perméables, présentant une certaine richesse en calcaire et bien pourvues en humus. (Ghedira et Goetz, 2015)

II.4.2.2-Multiplication et culture:

Pelargonium graveolens est propagé par bouturage, soit au printemps, ou en fin d'été. Les boutures sont prélevées sur les tiges, elles mesurent 25 à 30 cm de longueur, elles

sont coupées avec un greffoir bien tranchant, de manière à avoir des sections bien nettes favorisant l'enracinement. Le repiquage se fait à 0 cm de distance sur plate-bande fertile, ombragée et arrosée journallement. Un bon mois après le bouturage on peut procéder à la mise en place des boutures qui se fait en lignes distantes de 60 à 80 cm, suivant la richesse du sol et à 25 à 40 cm, sur les lignes (Boukhriset *al.*, 2012)

II.4.2.3-Récolte:

En Algérie, les plantations durent plusieurs années et donnent trois coupes par an, la première au mois de Mai, lorsque les tiges portent trois ou quatre fleurs. Les autres à un ou deux mois d'intervalle (Simpson, 2010).

Les tiges subissent le minimum de manipulations pour éviter un détachement des feuilles qui contiennent la plus grande quantité de l'huile essentielle ; elles sont coupées soit au sécateur, soit à la faucille et transportées dans des chariots au lieu de distillation (Ghedira et Goetz, 2015).

Il résulte des essais qui ont été pratiqués, que la coupe de 200 kg de Géranium exempt de racine fournit 78.9 kg de feuilles et 113.3 kg de tiges et pétioles. Les rendements annuels en feuillage de *Pelargonium graveolens* à l'Ile de la Réunion sont de 15 à 30 t/ha, la moyenne étant de 18 t/ha. En Inde le rendement moyen est de 6 à 10 t/ha et peut parfois atteindre 20 t/ha. Les prix de revient sont très variables selon la richesse du sol, le mode de culture, les engrais, l'irrigation et selon la taille des tiges coupées (Peyron,2013).

II.4.2.4-Conditions climatiques :

Les conditions climatiques ont une forte influence sur le développement du *Pélargonium graveolens*, qui demande un climat chaud, sec, sans vent nuisible. La température doit rester supérieure ou égale à 35°C. Les faibles gelées sont à craindre d'autant que les plantes soient plus jeunes (Peyron ,2013).

II.4.2.5-Période de culture :

P. graveolens est multiplié par bouturage, soit au printemps, ou en fin d'été. La récolte des feuilles et des tiges se fait à partir de 6 mois puis tous les 3 mois. La coupe se fait manuellement ou mécaniquement à 15–20 cm au-dessus du sol (Ghedira et Goetz, 2015)



Figure.6 : Champ de culture de Plante *Pelargonium graveolens* (Ghedira et Goetz, 2015)

II.4.3. Composition chimique de l'extrait de *P. graveolens* :

Il existe plusieurs variétés d'origines différentes qui se distinguent par la teneur en constituants chimiques de leurs huiles essentielles et leurs extraits (Ghedira et Goetz, 2015).

Les études sur les espèces de *P. graveolens* se sont concentrées sur la composition chimique des huiles essentielles. Les trichomes des feuilles de *Pelargonium* contiennent d'autres composés chimiques, notamment des flavonoïdes (Boukhrisset *al.*, 2012)

Grâce à ses recherches oiakoiak. 2019, les composés de l'huile végétale étudiée ont été identifiés: 1,8-Cineole; Linalool; Linalool acetate (Linalyl acetate); Camphor; Borneol; Camphene;

Citronellol; Citronellyl formate; Geraniol.

II.4.4. Répartition géographique du *géranium rostratum* :

➤ Dans le monde

P. graveolens provient d'Afrique du Sud. C'est une plante largement répandue et cultivée en Espagne, en Italie, au Maroc, à l'île de la Réunion, en Egypte et en

Chine (ces deux derniers pays étant les plus gros producteurs) (Ghedira et Goetz, 2015)

➤ *En Algérie*

L'introduction de *Pelargonium graveolens* en Algérie remonte aux années 1850, les premiers plants végétaux proviennent de France. Des essais ont d'abord été entrepris à Chéraga, dans la Wilaya d'Alger et donnèrent tout de suite des résultats encourageants (Ghedira et Goetz, 2015).

A cette époque, le prix des essences était fort élevé. L'essence de *Géranium* se vendait à 250 francs le kilogramme (Boukhris et al., 2012).

En 1880 A. Chiris fonde à Blida et Boufarik, de très grandes plantations et une usine (à Boufarik) sous la direction de Gros et Monk (Ghedira et Goetz, 2015).

Les cultures se développèrent un peu partout en Algérie (1964ha rien qu'à Alger) jusqu'au jour où de nouvelles découvertes scientifiques permirent de fabriquer artificiellement et à des prix extrêmement bas tous les parfums (Ghedira et Goetz, 2015). Par suite de cette nouvelle concurrence, le prix de l'essence de *Géranium* était descendu en 1908 à 18 francs le kilogramme (Ghedira et Goetz, 2015).

A ce moment, une crise se fit sentir et de nombreuses plantations furent abandonnées. Cependant, une dizaine d'années plus tard il n'en était plus de même ; il a été constaté que les essences artificielles ne pouvaient pas remplacer les essences naturelles et la grande vogue est revenue aux produits naturels. (Ghedira et Goetz, 2015). Les cours atteints par l'essence de *Géranium* rosat valaient 300 francs à cette époque (Ghedira et Goetz, 2015).

Dans les années 1960, beaucoup de ces plantations ont été abandonnées suite à la guerre de l'indépendance. Néanmoins, la région de Blida est restée et jusqu'à ce jour, un site résiduel de production de *Pelargonium graveolens*. On retrouve également cette plante dans les jardins, les balcons et les cimetières (Boukhris et al., 2012).

II.5. Les maladies et les ennemis de la plante :

D'une façon générale, les cultures du *géranium* subissent les effets dépressifs de deux grandstypes de maladies :

- Les maladies du feuillage
- Les maladies des racines (Ghedira et Goetz, 2015).

II.5.1. Les maladies des feuilles

✚ L'antracnose ou la rouille

C'est une maladie cryptogamique causée par un champignon microscopique appelé : *Glomerellavanillaear pelargonii*. Leur dissémination se fait par des spores à condition que l'humidité relative de l'air soit très élevée (plus de 90%) et la température soit supérieure à 20°C (Peyron, 2013). L'antracnose attaque le *géranium* de deux façons :

- l'infection du limbe et quelque fois du pétiole,
- l'infection des jeunes bourgeons (Peyron, 2013).

Sur le limbe, l'infection cryptogamique commence par une petite tache ponctuée circulaire de 1 à 3mm de diamètre. Le centre de cette tache est souvent nécrosé de couleur claire. Lorsque les conditions sont vraiment favorables, la sévérité du champignon s'accélère. Il y a alors agrandissement de la tache en détruisant les parties vertes de la feuille. Puis, de nombreuses taches forment une seule plage unique appelée "tache confluent". (Ghedira et Goetz, 2015) Ensuite, l'infection progresse en provoquant le dessèchement des nervures hydratantes qui à son tour occasionne le dessèchement des parties restées non attaquées. (Ghedira et Goetz, 2015) Enfin, la feuille va se déformer et se colorer en brun rouge (rouille) et finira par être complètement détruite. (Ghedira et Goetz, 2015)

Ainsi, la perte de l'huile essentielle sera importante. (Ghedira et Goetz, 2015)
22 L'antracnose attaque aussi sévèrement les jeunes plants. Elle provoque leur dessèchement suivi de la mort de ces bourgeons. Si la plante n'est pas suffisamment vigoureuse, le dessèchement peut évoluer le long de la tige qui se dessèche et meurt à son tour (Simpson, 2010).

Dans une plantation, toutes les plantes sans exception peuvent être atteintes par l'antracnose (Simpson, 2010).

Dans les pépinières, les boutures transporteuses du germe cryptogamique meurent après le développement du champignon en faveur de l'humidité après l'arrosage (Ghedira et Goetz, 2015). Pour traiter cette maladie, il faut suivre les indications suivantes :

- Définir les périodes à haut risque d'épidémie selon les données climatiques de la région. La détermination se fera en priorité avec l'aide du seuil pluviométrique de 50mm de pluie, complété par le seuil thermique de 20°C. La

superposition de la courbe pluviométrique et celle des températures montreront la période à haut risque d'épidémie (Ghedira et Goetz, 2015).

- Surveiller l'apparition et l'évolution des taches sur les feuilles en évaluant leur importance pour pouvoir prendre une décision sur la nécessité du traitement. Il faut tenir compte des attaques antérieures dans la parcelle (Ghedira et Goetz, 2015).
- En vue de réduire les projections de "terre contaminante" lors des fortes pluies, il faut éviter d'avoir un sol dénudé en faisant le paillage.
- Suivre l'humidité de la parcelle causée par l'abondance des feuilles en planifiant les coupes (Ghedira et Goetz, 2015)
- Pendant la saison de sensibilité de la maladie, utiliser la lutte chimique. Parmi la trentaine de produits essayés depuis de nombreuses années et dans des conditions variées, le captane maintient son efficacité. Il présente de plus un effet stimulateur sur la végétation. Son action est préventive mais il ne permet pas de stopper une attaque généralisée. Toutefois, si une attaque est déjà déclarée, une bonne coupe suivie des traitements au captane permet d'abaisser le taux d'inoculum.
- Vérifier que les appareils de traitement et le fongicide sont disponibles en bon état et prêts à l'emploi avant le début de la saison à risque.
- La préparation des boutures pour les pépinières doit être hors de la période à haut risque d'épidémie de manière à éviter la forte mortalité. Les boutures sont traitées avec un fongicide puissant "le captane" (Ghedira et Goetz, 2015).

🌈 Les autres maladies fongiques:

Outre l'antracnose, la feuille du géranium peut être atteinte par d'autres maladies cryptogamiques. Par exemple, la maladie résultante de *Botrytis cinerea* qui est un autre champignon microscopique. Ce champignon ne provoque pas de dégâts majeurs sur la culture, mais il est assez fréquent dans les champs. En principe, *Botrytis sp* ne constitue pas une cause de mortalité pour le géranium (Peyron, 2013).

C'est une maladie secondaire et sa sévérité est assez faible. Son attaque débute toujours à la pointe des feuilles et progresse ensuite à la faveur de l'humidité en descendant vers le pétiole tout en restant dans les grosses nervures. A la fin de l'évolution, elle prend un faciès en forme d'entonnoir ou en V. En longue saison pluvieuse, le champignon fructifie surtout à la face inférieure de la feuille et la

propagation du danger qu'il représente est forte (Simpson, 2010). D'où les feuilles attaquées sont nombreuses et les pertes en huile essentielle sont importantes (Simpson, 2010).

Les bactérioses :

Ces maladies sont dues aux agents bactériens appelés : *Agrobacterium tumefaciens* et *Xanthomonas pelargonii*. Elles peuvent détruire la plante.

- La bactérie *Xanthomonas pelargonii* agit sur les feuilles ou les racines.
- Sur les feuilles, elle provoque l'apparition de taches jaunes concentriques suivies de dessèchement (Ghedira et Goetz, 2015)
- Sur les tiges, elle favorise l'apparition de taches translucides et noirâtres. Ces types de tache se transforment en chancre et entraînent la pourriture et la mort de la plante (Peyron, 2013).
- La bactérie *Agrobacterium tumefaciens* conduit à la formation des galles de plante, surtout chez les plantes âgées. Au niveau de la feuille, cette maladie entraîne l'émergence d'une tumeur au niveau des nervures principales. Cette émergence suscite la crispation du limbe. Afin d'éviter la contamination de ces bactéries, il est nécessaire d'appliquer la sélection sanitaire et la précaution sanitaire. En cas d'existence de géranium infesté, toutes ces plantes doivent être détruites, ou on utilise des bactéricides (Simpson, 2010).

II.5.2. Les maladies des racines :

Le flétrissement bactérien :

C'est la maladie la plus observée dans les champs. Elle débute par les racines. Elle est causée par une bactérie dénommée : *Pseudomonas solanacearum* ou *Ralstonia solanacearum* (Ghedira et Goetz, 2015).

 Le symptôme général est une fanaison des feuilles. Leur couleur est terne mais la feuille reste toujours verte et le développement végétatif se ralentit. La sévérité de cette maladie apparaît pendant les périodes chaudes et humides, surtout avec une température supérieure à 30°C (Peyron, 2013). En règle générale, plus la température du milieu est proche de la température optimale de croissance de la plante, plus la sévérité est forte. Par ailleurs plus l'humidité est élevée, plus les tissus de la plante sont gorgés d'eau. (Peyron, 2013).

Or, plus ce degré d'hydratation est élevé, plus les tissus de la plante sont sensibles à la bactérie. Outre les conditions climatiques, cette bactérie peut être propagée par divers facteurs. (Simpson, 2010).

➤ Le premier est le sol où la bactérie se trouve avec plus d'une centaine d'espèces végétales appartenant à 32 familles botaniques différentes dont la plus importante est celle des *Solanaceae* (Boukhrisset *al.*, 2012). Pendant le sarclage, les blessures causées par les matériels au système racinaire permettent la pénétration de la bactérie dans le *géranium*. Une fois introduite dans son système vasculaire, la bactérie devient encore plus virulente. Elle se multiplie plusieurs fois et contamine le sol où a eu lieu l'infestation. Cette prolifération bactérienne, accompagnée de la production de mucus, provoque l'obstruction des conduits vasculaires. (Boukhrisset *al.*, 2012)

➤ Les autres facteurs sont l'homme, les instruments de travail, la façon d'agir et les mauvaises herbes :

➤ Lors de la coupe du *géranium*, les sécateurs ou les couteaux peuvent être contaminés. Les bactéries passent ainsi facilement d'une plante à une autre. Les plantes mères, dont sont issues les boutures, combinées aux coupes, constituent la source de contamination (Kubitzki, 2007).

Il existe aussi de nombreuses plantes qui sont considérées comme des mauvaises herbes. Ces plantes hébergent la bactérie, prolongent la survie du *Pseudomonas solanacearum* et conservent l'état infectieux du sol, comme :

➤ *Ageratum conyzoides* ou « *Hanitrinimpantsaka* » très fréquent dans tous les champs de culture de *géranium* mais ne montre aucun symptôme d'infestation externe (Peyron, 2013).

➤ *Bidens pilosa* ou « *Tsipolotra* » pousse en abondance dans tous les champs. Non seulement, il héberge, mais multiplie aussi la bactérie. De ce fait, il peut manifester le symptôme d'infestation externe. Les moyens de prévention de cette maladie visent à rétablir l'équilibre au niveau du sol pour limiter l'infestation et les règles générales sont les suivants :

- Eviter les sites contaminés lors du choix du terrain ;
- Contrôler l'état des pépinières en observant la santé des pieds mères ;
- Désinfecter les instruments, à l'eau de Javel concentrée ou à l'alcool dilué (70°) pendant 5 à 10 minutes;
- Contrôler l'eau en créant des canaux de drainage et en utilisant des haies antiérosives.
- Améliorer la fertilité et diversifier la flore pour la correction des carences, l'incorporation du fumier ou compost bien décomposé en quantité suffisante, l'application des associations de culture de la rotation culturale et du jachère ;
- Protéger le sol contre l'érosion et la forte radiation solaire en adoptant le système de

couverture morte (paillage) ou vivante (plante de couverture) ;

➤ Éviter de blesser le système racinaire des plantes, en particulier par le sarclage à l'angady (Miller, 2002).

➤ Éliminer les pieds malades, les faire sécher et les brûler, et récupérer les cendres comme engrais minéral ;

➤ Stériliser les sous produits avant de les composter ;

➤ Détruire les mauvaises herbes (*Ageratum conyzoides* et *Bidens pilosa*) dès sa levée pour casser le temps de survie de la bactérie dans le sol. Ces mesures seront à appliquer minutieusement jusqu'au jour où le rétablissement de l'équilibre microbien dans le sol sera établi (Miller, 2002).

🌈 Le complexe parasitaire fongique :

Parmi les diverses infestations des racines qui atteignent le *géranium*, *Pseudomonas solanacearum* est souvent associé avec d'autres organismes dont certains sont dotés de pouvoir pathogène plus ou moins virulent. Citons les plus rencontrés fréquemment (Kubitzki, 2007) :

➤ *Verticillium dahliae* :

Ce champignon se développe autour de la racine jusqu'au collet et forme un feutrage blanc visible à l'œil nu. Il est un agent de dépérissement (Elouadiet *al.*, 2017).

➤ *Fusarium oxysporum* :

Il favorise l'obstruction des conduits vasculaires. Il manifeste son action par décoloration brusque des feuilles (en brun sale) et brunit également les tiges et les racines (Miller, 2002).

➤ *Phomopsis sp* :

C'est l'origine du rougissement du *géranium* dans la partie inférieure et aussi l'origine des chancres près du collet. Il est capable de provoquer le flétrissement du feuillage observé par la présence des taches foliaires en forme d'U. Il a été virulent pendant une longue saison de pluie (Kubitzki, 2007).

➤ *Botrydiploidiatheobromae*

Ce champignon microscopique est capable de favoriser des chancres au niveau des tiges et une invasion totale ou partielle des tissus corticaux. Cette invasion conduit ainsi à la destruction des conduits vasculaires. Ainsi, une maladie appelée : "*Trachéomycose*" apparaît. Il est toujours présent sur les plantes malades et son pouvoir pathogène induit un dépérissement lent et progressif (Miller, 2002).

Dans le but de réduire l'infestation de ce complexe parasitaire fongique, il est conseillé de faire le traitement de la plante après les premières pluies notables, en début de la saison. Pour cela, les tiges au niveau du collet doivent être pulvérisées par de fongicides puissants(Elouadiet *al.*, 2017)

✚ Les pourridiés

C'est une maladie fongique des racines induite par un champignon appelé : ***Rossellinianecatrix***.

Ce champignon envahit les racines et produit un mycélium sur le collet.

Ce revêtement mycélien entraîne la pourriture suivie de la mort rapide de la plante.

Afin d'éliminer cette maladie, les plantes atteintes doivent être arrachées et brûlées. Puis, le sol doit être désinfecté en profondeur ou si nécessaire changer de champ(Kubitzki, 2007).

II.5.3. Les autres maladies de la plante :

Certaines maladies cryptogamiques citées auparavant sont aussi provoquées par les champignons suivants : *Pythium*sp et *Puccinia pelargoniizonalis*. Ces maladies peuvent survenir à tous les stades végétatifs comme dans tous les cas de maladies fongiques et sont les plus à craindre en géraniculture. Il existe aussi les viroses et les bactérioses.(Elouadiet *al.*, 2017).

En vue de prévenir les maladies énoncées ci-dessus, il faut que la plantation soit propre avec le minimum de mauvaises herbes, les pieds malades doivent être brûlés et enfouis. Les boutures sont traitées avec des préparations antifongiques. En lutte curative, il faut alterner ou associer plusieurs matières actives à mode d'action différentes(Miller, 2002).

II.5.4. Les insectes et les autres animaux ravageurs du géranium :

Les insectes tels que les aleurodes de serre, les pucerons, les tarsonèmes et les noctuelles peuvent attaquer les plantations. Les vers blancs et les termites en sont des exemples. D'autres ennemis naturels ont été recensés (araignées, caméléons, tanrecs, fourmis), mais leurs effets sont limités. Cependant, le géranium doit en être préservé(Kubitzki, 2007).

✚ Les vers blancs :

L'examen soigneux des racines de certaines plantes démontre l'existence des écorces du collet rongées par des larves d'insecte "Coléoptères" connus sous le nom de "ver blanc". Il entraîne la mort fréquente de la bouture dans la plantation. Outre l'affaiblissement du plant causé par l'écorçage de la bouture et le sectionnement des

radicelles, les morsures occasionnées constituent des portes d'entrée aux maladies (flétrissement bactérien) qui vont menacer la plante. En bref, les vers blancs sont à la fois des insectes ravageurs et considérés comme à l'origine des maladies (Miller, 2002).

➤ **Les caractéristiques des vers blancs :**

Les vers blancs sont des larves des hannetons (Coléoptère). Ce hanneton appartient au genre *Hoplochelus*. Les adultes de 15 à 22mm de long sont de coloration brune au dessus et blanche en dessous.

Leur longévité varie de 1 à 3 mois. Le premier vol débute avec les premières pluies et s'effectue au crépuscule. Ceci permet l'accouplement après lequel les femelles se laissent tomber au sol et s'y enfouissent pour pondre à une profondeur de 2 à 8cm. En Décembre, les œufs blancs éclosent au bout de 2 à 3 semaines et donnent des larves également blanches, d'où le nom de "vers blancs". Ces larves évoluent en trois stades qui se différencient par la largeur de la tête et ce développement dure 8 mois (pendant la saison sèche) et aboutit à la nymphose. Les jeunes stades larvaires (L1 et L2) avec une largeur de têtes de 1,7mm et de 3,4mm, sont peu mobiles et produisent peu de dégâts. C'est l'apparition progressive des larves L3 avec une tête de 5,4mm de large, qui entraîne des dégâts importants jusqu'en Juillet - Août (avant les premières pluies). Ces larves L3 sont beaucoup plus mobiles et plus voraces que les deux stades précédents; elles peuvent descendre jusqu'à 40cm en dessous de la surface du sol. Le cycle biologique d'*Hoplochelus marginalis* se déroule en un an, dont le développement dépend de la variation du milieu externe, notamment la température (Kubitzki, 2007).

➤ **Les luttes contre les vers blancs :**

Les moyens de luttes contre ces *vers blancs* sont de plusieurs types :

- Lutte physique comme l'hannetonnage qui est le piégeage et la capture manuelle des adultes.
- Lutte agronomique qui peut limiter les dégâts dus aux vers blancs : le choix de la date de plantation et le mode de gestion du sol lié à la couverture végétale
- Lutte chimique
- Lutte biologique en utilisant les produits et les ennemis naturels suivants - les diptères *Tachinidae* : *Viviana cinerea* Fall qui vivent en parasite aux dépens de plusieurs Coléoptères;

- Les plantes insecticides comme : *Tephrosia sp*, *Melia azedarach*, *Aloe sp*, etc.(Miller, 2002).

➤ **Les termites :**

Ce sont des insectes qui vivent dans des galeries aménagées dans le sol. Ils envahissent le terrain de plantation. En principe, ils ne touchent pas au système racinaire de la plante mais au collet. A cet endroit, ils grignotent les écorces, puis entre dans la moëlle de la tige en creusant un tunnel. Sous l'effet de l'absence de la nutrition dans les vaisseaux conducteurs de la moëlle, la plante se fane, se dessèche et meurt (Kubitzki, 2007).

II.6. Huile essentielle de *Pelargonium graveolens* :

Lors de la première année de la cueillette de *Géranium rosat*, son rendement en Huile essentielle n'est souvent que de 10kg d'essence/ha, mais pouvant s'élever jusqu'à 25 ou 30kg les années suivantes si la plantation est bien entretenue (Boukhrisset *al.*, 2012)

Pendant longtemps, le principal producteur d'huile de *Géranium* était la Réunion et son Huile essentielle fixe toujours le standard face auquel les huiles d'autres origines sont appréciées. La Chine est devenue aujourd'hui le principal producteur. Les autres grands producteurs sont l'Égypte, le Maroc, la Réunion, l'Inde et l'ex Union Soviétique. La production annuelle mondiale est d'environ 300 t, alors que la demande est estimée à 500t. Les principaux importateurs sont les Etats-Unis, l'Europe et le Japon. La production de l'Inde et des pays de l'ex Union Soviétique est utilisée entièrement sur place (Peyron, 2013).

II.7. Composition chimique de l'extrait de *P. graveolens* :

Il existe plusieurs variétés d'origines différentes qui se distinguent par la teneur en constituants chimiques de leurs huiles essentielles et leurs extraits (Ghedira et Goetz, 2015). Les études sur les espèces de *P. graveolens* se sont concentrées sur la composition chimique des huiles essentielles. Les trichomes des feuilles de *Pélargonium* contiennent d'autres composés chimiques, notamment des flavonoïdes (Boukhrisset *al.*, 2012). Les compositions chimiques des extraits du *P. graveolens* est représentée dans le Tableau 02.

Tableau.2: Liste des composés détectés à partir d'extraits aqueux et méthanolique dans *P. graveolens* par la technique d'HPLC-SM (Boukhrisset *al.*, 2012).

Solvant	Composés
---------	----------

Méthanol	Myrisetine 3-O-glu-rha
	Quercetine 3-O-pent-glu
	Quercetine 3-O-rha-glu (Rutin)
	Kaempferol 3-O-glu
L'eau	Kaempferol 3,7-di-O-glu
	Isorhamnetine aglycone
	Quercetine 3-O-glu
	Quercetine 3-O-pent
	Kaempferol 3-O- rha-glu

II.7.1. Propriétés physiques :

L'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* est liquide à température et à pression ambiantes. Elle est de couleur allant du jaune clair au vert jaunâtre et elle est vert brunâtre pour celle de type Bourbon. Son odeur est rosée citronnée, caractéristique de la plante (Ghedira et Goetz, 2015).

Les paramètres physiques de cette HE selon la norme ISO 4731 sont résumés sur le tableau 3 ci-dessous :

Tableau.3: Paramètres physiques de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens*(ISO).

	Afrique du Nord	Bourbon	Chine	Madagascar
Densité	0.885-0.905	0.885- 0.897	0.882- 0.899	0.887- 0.897
Indice de réfraction	1.461-1.475	1.460- 1.470	1.460- 1.472	1.462- 1.471
Pouvoir rotatoire	-14°/ -8°	-17°/ -9°	-14°/ -7°	-17°/ -9°

Elle est miscible à l'éthanol. Il n'est pas nécessaire d'utiliser plus de 3 volumes de cet alcool à 70° avec un volume d'huile essentielle pour obtenir une solution claire. La composition chimique de l'huile essentielle du Géranium rosat est complexe. Parmi ses composants les plus importants on trouve le géranol et le citronellol dont la synergie confère une fragrance aromatique unique. (Peyron, 2013).

Le profil chromatographique des huiles essentielles de *Pelargonium graveolens* de différentes origines (Afrique du Nord, la Réunion, de Chine et Madagascar), cité par la

norme ISO 4731, est détaillé dans le tableau 4 ci-dessous avec un intervalle en pourcentage de quantité de chaque composé.

Tableau.4: Profil chromatographique de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* (ISO 4731)

Afrique du Nord		Bourbon	Chine	Madagascar
<i>cis</i> -Oxyde de rose	0.7 – 1.5	0.3 – 1.1	1.3 – 3.5	0.4 – 1.4
<i>trans</i> -Oxyde de rose	0.3 – 0.6	0.1 – 0.5	0.5 – 1.5	0.1 – 0.6
Menthone	< 2.1	< 2.0	< 2.5	< 2.0
Isomenthone	4.0 – 8.0	5.0 – 10.0	4.0 – 7.0	5.0 – 10.0
Linalol	4.0 – 8.5	8.0 – 11.0	2.0 – 4.5	4.0- 10.0
Guaiadiène-6,9	< 0.5	5.0 – 8.5	4.0 – 7.0	5.0 - 9.0
Formiate de citronellyle	5.0 – 8.0	6.5 – 11.0	7.0 – 12.0	6.5 – 11.0
α -Terpinéol	0.3 – 0.6	0.3 – 1.2	0.1 – 0.5	0.3 – 1.0
Formiate de géranyle	2.0 – 7.0	4.0 – 8.0	1.0 – 3.0	3.8 – 7.0
Citronellol	25.0 – 36.0	18.0 – 26.0	32.0 – 43.0	18.0 – 26.0
Géranol	10.0 – 18.0	12.0 – 20.0	5.0 – 12.0	10.0 – 20.0
Butyrate de géranyle	0.7 – 2.0	0.7- 2.0	0.4 – 1.0	0.7 – 1.7
10-épi- γ -Eudesmol	3.0 – 6.0	Nd	Nd	Nd
Tiglate de géranyle	0.9 – 2.0	0.7 – 2.0	1.0 – 1.6	0.7 – 2.0
Tiglate de phénylthyle	0.5 – 1.2	0.4 – 1.0	0.4 – 1.0	0.4 – 1.0

La relative instabilité des molécules constituant l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* rend sa conservation difficile. Les possibilités de dégradations sont nombreuses par photodégradation, thermolyse ou encore par oxydation.

II.8. Intérêts économiques et thérapeutique de *Pelargonium graveolens* :

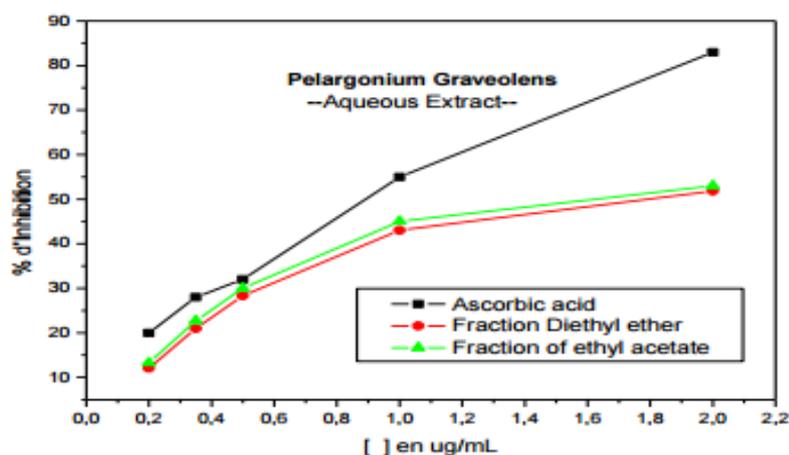


Figure.7 : Intérêts économiques et thérapeutique de *Pelargonium graveolens*(El Ouadi *et al*, 2017)

La plante *Pelargonium graveolens* a été utilisée en médecine traditionnelle de puis longtemps pour ses nombreuses propriétés thérapeutiques. A titre d'exemple, elle a été utilisée pour le traitement des plaies et les brûlures superficielles, pour les massages, en cas de grande fatigue ou de stress et pour le soulagement des hémorroïdes, de la dysenterie, de l'inflammation et du cancer.

Elle a été également utilisée dans les industries de la parfumerie, de la cosmétique et de l'aromathérapie. (El Ouadi *et al*, 2017). Les extraits de cette plante présentent des activités antioxydantes, antibactériennes, antifongiques et des effets acaricides.

C'est donc une source potentielle d'ingrédients actifs pour l'industrie alimentaire et pharmaceutique (Saraswathiet *al*, 2011 ; Ben Hsouna et Hamdi, 2012 ; Lis-Balchin, 2002 ; Asgarpanah et Ramezanloo, 2015). Selon (Asgarpanah et Ramezanloo, 2015), les aspects thérapeutiques précieux de *Pelargonium graveolens* sont principalement liés à l'existence des constituants volatils, de terpénoïdes et de flavonoïdes. (El Ouadi *et al*, 2017) ont trouvé que la fraction acétate d'éthyle et la fraction éther diéthylique de l'extrait aqueux de *Pelargonium graveolens* présentent une bonne activité antioxydante à une concentration de 2 µg / ml, jusqu'à 53% et 51,84% respectivement. (Ghedira et Goetz, 2015).

II.9.Travaux récents sur *Pelargonium graveolens* :

A.M. Džamić et al. ont étudié la composition chimique, l'activité antifongique et antioxydante de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens*.

Le profil de cette l'huile essentielle a été déterminé par chromatographie gazeuse et chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

Les principaux composés sont le citronellol (24.54%), le géraniol (15.33%), le formiate de citronellyle (10.66%) et le linalol (9.80%).

Les résultats de cette étude montrent que l'huile essentielle possède une bonne activité antifongique avec des concentrations minimales fongicides allant de 0.25 à 2.5 mg/ml (Asgarpanah et Ramezanloo, 2015)

Les champignons les plus résistants sont *Mucor mucedo* et *Aspergillus*.

L'huile essentielle possède une activité antioxydante dose-dépendante.

Les auteurs ont conclu que les propriétés de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens*.

Justifient son utilisation contre de nombreux problèmes de santé et valident son exploitation commerciale dans de nombreuses branches de l'industrie.

M. Boukhris et al. ont étudié les caractéristiques biologiques et anatomiques de *Pelargonium graveolens* cultivé dans le Sud de la Tunisie (Saraswathiet al, 2011 ; Ben Hsouna et Hamdi, 2012 ; Lis-Balchin, 2002 ; Asgarpanah et Ramezanloo, 2015).

Ils ont rapporté que *Pelargonium graveolens* fait partie des plantes les plus cultivées dans les jardins tunisiens comme espèces ornementales.

Mais même s'il est bien connu pour ses arômes et son huile essentielle aux vertus exceptionnelles, il est encore inconnu à l'échelle de ses caractéristiques biologiques et anatomiques. (Asgarpanah et Ramezanloo, 2015)

Les examens anatomiques ont montré que malgré une densité des stomates particulièrement élevée sur la face inférieure des feuilles (42.13 st/mm²), elle était beaucoup plus faible au niveau du pétiole (6.36 st/mm²).

En outre, les observations microscopiques ont montré que la plante est recouverte de deux types de poils avec une supériorité remarquable au niveau des tiges.

Les résultats de l'analyse de la feuille ont également montré que la teneur en chlorophylle a est supérieure à celle de la chlorophylle b.

Les auteurs soulignent que comme cette espèce s'est bien développée dans la zone polluée de Sfax (Tunisie), une étude plus détaillée visant à déterminer ses mécanismes physiologiques, biochimiques et anatomiques de résistance aux conditions de l'environnement rude devrait être menée à l'avenir. (A. Ben Hsouna et N. Hamdi, 2012). ont étudié l'activité antifongique contre la pourriture du bois de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* des îles Comores dont les principaux composés sont le citronellol (29.98%) et le géraniol (14.12%).

Les résultats ont montré que l'essence étudiée présente une très forte activité fongicide contre les champignons testés (*Gloeophyllumtrabeum*, *CoriolusVersicolor*, *Poria placenta* et *Coniophoraputeana*), à des concentrations très faibles.

Il a alors été proposé que cette l'huile essentielle puisse être un très bon produit naturel contre les champignons lignivores dont le rôle est très important dans la détérioration du bois et très redoutés par les industries du bois. (M. Boukhris et al,2013)ont étudié la composition chimique et les activités antimicrobiennes de l'huile essentielle et des extraits organiques de *Pelargonium graveolens* originaire de Tunisie. Ainsi, 42 composants chimiques ont été identifiés, parmi ceux majoritaires, il y a : le citronellol (27.53%), le géraniol (25.85%), le formiate de citronellyle (8.75%) et le linalol (6.54%).

L'huile essentielle et les extraits organiques présentent un effet antimicrobien prometteur contre les bactéries et les champignons testés avec des diamètres de zones d'inhibition allant de 12 à 34 mm et les valeurs des concentrations minimales inhibitrices de 0.039 à 10 mg/ml. Les auteurs ont conclu que cette l'huile essentielle peut être utilisée comme produit antimicrobien naturel pour le traitement de nombreuses maladies infectieuses (A.M. Džamić et al 2014).

ont axé leur étude sur l'extraction, la composition et les propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du *Géranium rosat* cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie).

L'extraction par hydro-distillation réalisée juste après la floraison a donné un rendement de 0.2%. Les résultats des analyses physico-chimiques de l'huile essentielle sont en accord avec ceux des normes AFNOR.

L'analyse de sa composition chimique par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse a permis de classer cette huile en « chémotype citronellol cultivar Chine » reconnue pour sa richesse en citronellol, formate de citronellyle et géraniol avec, respectivement, des taux de 33.2, 10.5 et 5.4%. Les auteurs ont conclu que de part son profil chromatographique, cette huile essentielle possède des propriétés organoleptiques très appréciées en parfumerie, tendant à la rendre convoitée en aromathérapie (Omar ; Hassane et al 2012). Ont étudié les variations de la composition de l'huile essentielle de *Géranium rosat* en fonction de la date de la plantation de cette espèce dans l'Uttarakhand en Inde. Les cultures ont été plantées en différents mois : Décembre, Janvier, Février, Mars et Avril. L'huile essentielle a été extraite par hydro-distillation et analysée par chromatographie en phase gazeuse.

Les composants principaux de l'huile sont le citronellol (21.3-28.7%), le géraniol (23.1-38.4%), le linalol (4.7-5.6%), l'isomenthone (6.5-7.9%), le formiate de citronellyle

(6.3-8.3%), 10-épi- γ -eudesmol (4.7-5.6%) et géranyle formate (3.3 à 4.3%) (A. Ben Hsouna et N. Hamdi, 2012).

Les résultats indiquent que les composants d'huile essentielle ont été affectés de manière significative par la période de plantation. Le rapport citronellol / géraniol (C:G), qui représente le facteur de qualité de l'huile essentielle varie de 0.55 à 1.16 ce qui est bien dans la limite souhaitée.

Néanmoins, l'huile ayant le meilleur ratio C:G est celle obtenue à partir de cultures plantées en Janvier (0.99) et en Février (0.92), ce qui prouve l'effet de la période de plantation sur la qualité de l'huile essentielle. Il a été conclu que cette étude pourrait être étendue sur d'autres cultures de *Géranium* afin de standardiser le temps de plantation / la durée de culture comme un indicateur de rapport C:G et donc d'améliorer la qualité de l'huile de *Géranium* .(M.N. Boukhatem et al ,2010

CHAPITRE III
GÉNÉRALITÉS
SUR *Tapinoma*
nigerrimum



Tapinoma nigerrimum

Tapinoma nigerrimum appartient à la famille des fourmis odorantes, les Dolichoderinae. De nombreux membres de cette famille ont un seul nœud écailleux entre la poitrine et l'abdomen, qui est petit et ne peut pas être vu d'en haut car l'abdomen est incliné au-dessus. Les fourmis du genre *Tapinoma* peuvent être identifiées en Algérie (sauf pour les espèces exotiques dans les bâtiments) par la fente dans le clypeus ("lèvre supérieure"). *Tapinoma nigerrimum* est une fourmi noire et brillante qu'il est difficile de distinguer des deux autres espèces de *Tapinoma* originaires de notre pays :

la bruyère (*T. subboreale*) et la marne (*T. erraticum*). (Noordijk, 2016).

Les larves de cet insecte sont la principale source de dégâts.

Difficile à contrôler en raison de sa présence à l'intérieur et à l'extérieur du sol, ce qui rend difficile le processus de lutte contre cet insecte en utilisant des pesticides. Il a également été enregistré que cet insecte présentait une résistance aux pesticides chimiques traités avec lui (Boer, 2015).

III.1. Classification De L'insecte :

Tableau.5 : classification *Tapinoma nigerrimum* (ITIS)

Domaine	Biota
Règne	Animalia
Sous - Règne	Eumetazoa
Infra - Règne	Protostomia
Clade	Ecdysoz
Phylum	Arthropoda
Sous - Phylum	Pancrustacea
Infra - Phylum	Altocrustacea
Super - Classe	Hexapoda
Classe	Insecta
Infra-Classe	Pterygota
Clade	Neoptera
Ordre	Hymenoptera
Sous-Ordre	Apocrita
Super-Famille	Vespoidea

Famille	Formicidae
Sous-Famille	Dolichoderinae
Tribu	Tapinomini
Genre	Tapinoma
Espèce	<i>Tapinoma nigerrimum</i> (<u>Nylander</u> , 1856)

III.2.Le régime alimentaire des *Tapinoma nigerrimum* :

Tapinoma nigerrimum mangent de tout. On dit qu'elles sont omnivores (Perrier, 1940). Dans la nature, elles se nourrissent du miellat produit par les pucerons et autres petits Hémiptères, d'insectes et de petits invertébrés morts ou vivants, ainsi que des sucres de plantes et de fruits divers. Elles mangent également des œufs d'insectes.

Lorsqu'elles entrent dans nos maisons, *Tapinoma nigerrimum* ajoutent à leur menu une foule d'aliments sucrés, des viandes, de la nourriture pour animaux et des matières grasses. Elles peuvent manger presque tout ce dont les humains se nourrissent. Elles chassent également des petits insectes qui se sont installés dans nos habitations (Garifuna, 2012).

Dans la nature, lorsqu'une nouvelle reine fonde une colonie, elle nourrit les premières larves à l'aide d'œufs alimentaires, qui ne renferment que des substances nutritives.

La reine elle-même doit parfois manger ses propres œufs pour survivre jusqu'à l'entrée en fonction des premières ouvrières. Plus tard, en cas de stress sévère causé à la colonie, la reine peut recourir au cannibalisme pour assurer sa survie (Garifuna, 2012).

Les ouvrières en charge du ravitaillement ont deux estomacs. Le plus grand est un estomac « communautaire » où *Tapinoma nigerrimum* garde la nourriture qu'elle mange sous une forme liquide. De retour au nid, elle partage cette nourriture avec la reine, les larves et les autres ouvrières. En plus du gros estomac, ces *Tapinoma nigerrimum* possèdent un jabot, ou estomac « individuel ».

Lorsque la *Tapinoma nigerrimum* elle-même a besoin de nourriture, une partie des aliments contenus dans le grand estomac est transférée dans le jabot, puis digérée.

Les larves destinées à devenir des reines reçoivent davantage de nourriture que les autres (Dussutour et Simpson, 2009).

III.3. Répartition Géographique:

III.3.1. Dans le monde :

On le trouve naturellement dans la région méditerranéenne et y a une distribution assez large.

Cette fourmi n'était pas connue comme une espèce en expansion jusqu'à récemment. Pour le moment c'est différent.

En 2009, cette espèce a été observée pour la première fois en Allemagne. Il y a maintenant cinq colonies dans différentes villes (Dekoninck et al. 2016, Seifert 2012).

En 2014, une grande colonie de *Tapinoma nigerrimum* a été trouvée à Ostende, en Belgique en France et en Hollande (Dekoninck et al. 2016).

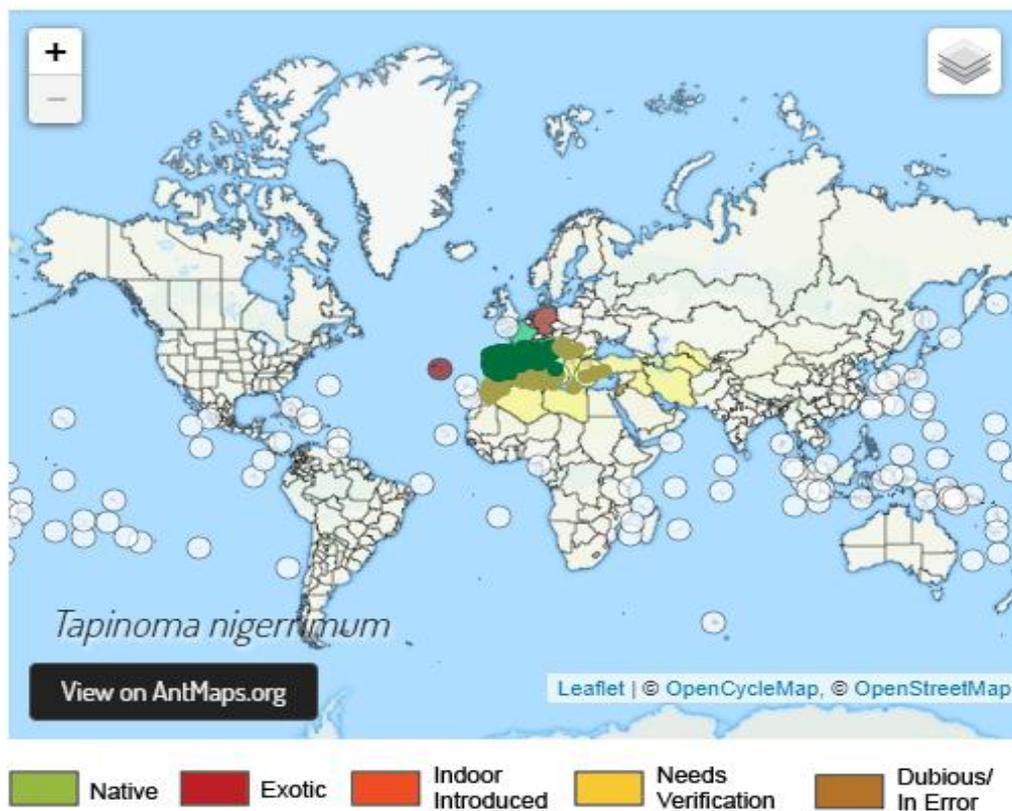


Figure.8 : Répartition géographique de *Tapinoma nigerrimum* (Lameere et Diehl 2014).

III.3.2. En Algérie:

Tapinoma nigerrimum a été trouvé pour la première fois en Algérie dans des champs d'oliviers et de la, il a connu une terrible propagation dans le désert algérien (Lameere et Diehl 2014).

III.4. Modes de transmission et de propagation :

Cet insecte se transmet par l'importation de plantes de jardin - pots de raisins ou d'oliviers, et de nombreuses colonies ont été trouvées dans des jardinerie en Allemagne.

Il apparaît également que le transport accidentel de fourmis par les vacanciers du sud de l'Europe a eu lieu avec ou sans plante car ces fourmis sont résistantes au dérangement et peuvent donc vivre à proximité des humains, ce qui incite à la délocalisation vers d'autres zones(Pro Natura ,2002)

III.5.Description morphologique :

Espèce polymorphe, avec des spécimens pouvant varier entre 3,2 et 5,2 mm de longueur. Ils se caractérisent par leur couleur noire uniforme, bien que les appendices puissent être un peu brun jaunâtre, brillants et avec le segment qui rejoint le thorax et le gastrocnémien, le pétiole, non visible en vue dorsale, uniquement latérale.En outre, sur le clipeus, c'est-à-dire sur le bord antérieur de la tête, il présente une encoche plus profonde que large et parallèle(Seifert et al ,2017)

III.6. Dommages causés par cet insecte :

La colonie de fourmis de *Tapinoma nigerrimum* cause des nuisances. Le trottoir est creusé de telle sorte que l'on peut s'attendre à un affaissement des dalles à court terme. De plus, les fourmis « retiennent » tellement de pucerons que certaines plantes et certains arbres perdent leur valeur esthétique et sont une source de miellat collant sur les meubles de jardin. En conséquence, les résidents ont enlevé certaines plantes du jardin et en ont planté d'autres. De plus, les fourmis piquent et projettent des anticorps, ce qui peut être ressenti comme gênant(Noordijk,2016).

III.7. Le cycle de vie de *Tapinoma nigerrimum*:

Le cycle de vie de *Tapinoma nigerrimum* se compose de quatre étapes : œuf, larve, nymphe et fourmi adulte. La reine passe toute sa vie à pondre des œufs, il y a beaucoup de reines œufs qui peuvent cohabiter dans un nid (hyperpolygamie) et il n'y a pas d'agressivité entre elles Les ouvrières descendent de reines différentes (monogamie) (S. Moreau et al 2006).

Cela leur permet d'atteindre localement de grandes densités et une super colonie s'établit.

La durée de croissance, de l'œuf à la fourmi adulte, varie en fonction de l'espèce et des conditions environnementales.

Tapinoma nigerrimum sont des insectes complètement métamorphiques. Les larves ressemblent à de petits vers blancs avec un corps mou et trapu. Ils sont aveugles et n'ont pas de jambes. Il existe quatre stades larvaires(Noordijk,2016).

Après chaque mue, la larve grossit. A la fin de sa vie larvaire, l'insecte tisse un cocon cylindrique allongé du crème au brun pâle(Pro Natura ,2002).

A l'intérieur du cocon, la larve se transforme en prénymphe, une forme intermédiaire blanche avec un corps cylindrique immobile. Au bout de quelques jours, elle se transforme en nymphe, mais complètement blanche et immobile.

La pigmentation commence à l'intérieur du cocon. Au bout de quelques jours, l'adulte pâle, pâle sort de sa coquille protectrice, aidé en grande partie par les ouvrières. Puis il prend sa couleur naturelle et devient *Tapinoma nigerrimum*(Dekoninck,2015).

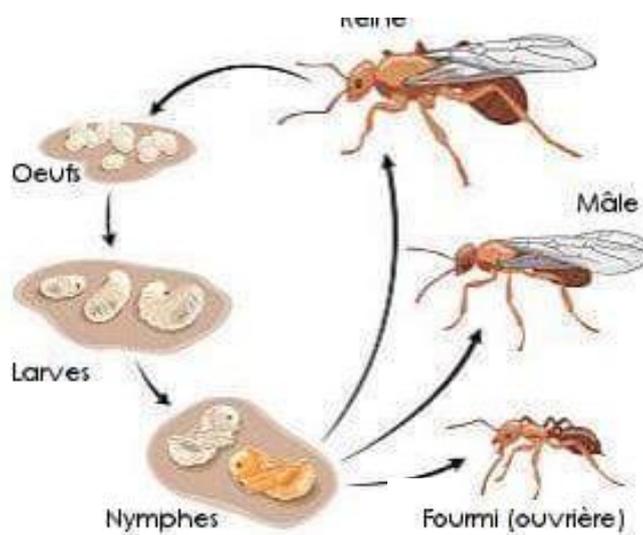


Figure.9 : Cycle de vie du *Tapinoma nigerrimum*(Dekoninck,2015)

III.8. Méthodes de contrôle :

Il existe de nombreuses méthodes qui peuvent être utilisées pour développer un plan de contrôle contre cet insecte(Pro Natura ,2002).

III.8.1. Contrôle chimique:

Il existe plusieurs insecticides appartenant à différents pesticides chimiques qui ont été appliqués contre *Tapinoma nigerrimum* tels que le phosphore et les organo-pesticides (Guermit et Chergui., 2010).

Il n'est pas difficile de les éradiquer si l'affaire est traitée tôt, leur nombre peut être maîtrisé en quelques jours. Cependant, plus la colonie est ignorée longtemps, plus la population est importante et plus il faut de temps pour éliminer l'infection (Smith, Marion R. 2011).

III.8.2. Contrôle biologique :

Les insectes ont des ennemis biologiques naturels qui détruisent une partie importante des insectes nuisibles individuels sans intervention humaine, des exemples de tels prédateurs incluent :

- Insecte *Trichogramma achaeae*.
- Insecte *Nabis pseudoferus*.
- Bactérie kurstaki *Bacillus thuringiensis*.
- Insecte *Isobrachium myrmecophilum*.
- Certains oiseaux et grenouilles mangent parfois des fourmis domestiques parfumées (Noura, 2

CHAPITRE IV

L'utilisation d'extraits de plantes comme alternatives biologiques pour le contrôle des pesticides



IV.1. Définition des pesticides :

Le terme pesticide se compose de deux parties: le suffixe "cide" qui a pour origine le verbe latin "caedo, cadere" qui signifie " tuer".

On lui a adjoint la racine anglaise "pest" qui signifie animal ou plante nuisible à la culture (López et al, 2005).

Selon Bolandet al (2004), le terme pesticide est utilisé pour désigner les produits chimiques agricoles utilisés à des fins phytosanitaires.

Un pesticide est une substance qui est sensée prévenir, détruire, repousser ou contrôler tout ravageur animal et toute maladie causée par des microorganismes ou encore des mauvaises herbes indésirables.

IV.2. Classification des pesticides :

Les pesticides peuvent être classés en fonction de la nature de l'espèce à combattre mais aussi en fonction de la nature chimique de la substance active qui les compose. L'index de l'ACTA qui référence les principaux produits autorisés et commercialisés mentionnait 489 substances actives en 2005 (ACTA, 2005).

IV.2.1. Premier système de classification :

Il repose sur le type de parasites à contrôler. Il existe principalement trois grandes familles d'activités (El mrabet, 2006) :

➤ Insecticides :

Selon Batch (2011), les insecticides sont des substances actives ayant la propriété de tuer les insectes, leurs larves et/ou leurs œufs.

Les insecticides sont utilisés pour tuer les insectes nuisibles et les vecteurs de maladies humaines mortelles telles que le paludisme, la fièvre jaune, trypanosomiases, la peste et le typhus (Freedman, 1995).

➤ Herbicides :

Ils permettent d'éliminer les mauvaises herbes. Ce sont des phénoxydes, des triazines, des amides, des dinitro-anilines dérivés d'urée, des sulfonilurées et uraciles (Benziane, 2014).

On distingue en outre :

- **Les acaricides** (contre les acariens).
- **Les nématicides** (toxiques pour les vers du groupe des nématodes).
- **Les rodenticides** (contre les rongeurs).
- **Les molluscides** (contre les mollusques : limaces et escargots).

- **Les corvicides et les corvifuges** (contre les corbeaux et tous les oiseaux ravageurs de cultures).

IV.2. 2. Deuxième système de classification :

Selon Clavet et al il existe trois catégories de pesticides à partir de leurs caractéristiques chimiques:

- Les pesticides inorganiques, qui sont peu nombreux, sont des pesticides très anciens dont l'emploi est apparu bien avant les débuts de la chimie organique de synthèse.
- Les pesticides organométalliques.
- Les pesticides organiques, qui sont très nombreux et appartiennent à diverses familles chimiques dont il existe actuellement plus de 80 familles ou classes chimiques.

IV.3. Insecticide :

Il s'agit de toute substance ou groupe de produits chimiques sur lesquels on compte pour réduire la population d'insectes ou l'éloigner des cultures agricoles, des denrées alimentaires ou des animaux de ferme (Eman., 2014). Les insecticides affectent les insectes ravageurs, soit par leur action toxique immédiate, soit ils affectent certains systèmes vitaux de l'insecte, de sorte qu'ils meurent lentement:

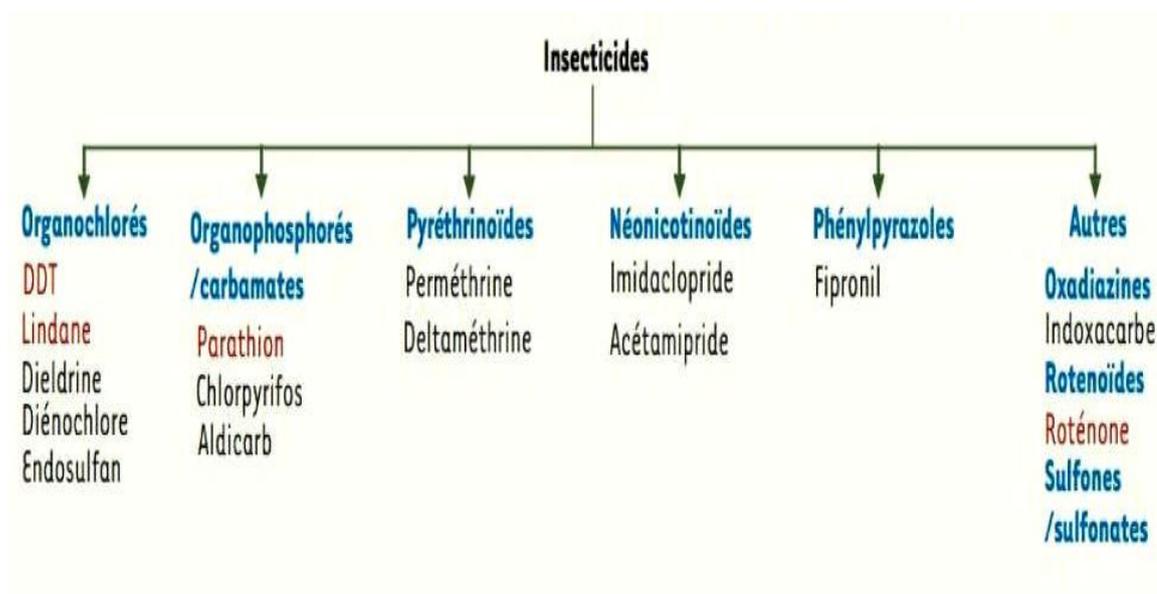


Figure.10 : Différentes familles des insecticides (Eman., 2014).

IV.3.2. Formes d'effet de l'insecticide :

• **Empoisonnement infectieux:**

Ce sont ces composés qui tuent l'insecte après ingestion et absorption par le canal digestif, où ils déposent des cellules protéiques et utilisent soit un spray soit un spray (El mrabet, 2006) :

• **Empoisonnement au toucher:**

Ce sont des composés qui tuent les insectes sans être avalés par leur passage à travers le kit insecte ou à travers les vacuoles respiratoires et sont utilisés contre les insectes avec une bouche perçante (Louat.2013).

• **Empoisonnement infectieux par le toucher:**

Qui sont affectés par les insectes en tant que toxines infectieuses et en touchant simultanément.

• **Empoisonnement par la fumée ou fumigation:**

Ce sont ceux qui pénètrent dans le corps de l'insecte par les orifices respiratoires.

• **Répulsifs:**

Le but de leur utilisation est d'éloigner les insectes des cultures ou des animaux, grâce à leurs propriétés naturelles telles que l'odeur ou le goût.

• **Matériaux attractants:**

Ce sont ces substances qui attirent les insectes, car ils sont placés avec des matériaux toxiques ou avec des appâts de capture (Iyad, 2009).

IV.3.3. Méthodes d'utilisation des pesticides chimiques :

1- La méthode de pulvérisation:

Qui est le contrôle des insectes, la pulvérisation des produits chimiques liquides et leur distribution à la surface des matériaux à traiter avec l'une des machines de pulvérisation sous forme de pulvérisation légère ou abondante (Rapport D'activité UIPP 2011/2012).

2- Tumeur:

C'est l'utilisation de pesticides sous forme solide après les avoir bien broyés pour rendre leurs granulés petits et très mous, et on leur ajoute d'autres matériaux solides et adoucissants, appelés matériaux de support (Perry et al ,2011).

3- Fumer:

Fumer ou fumigation, qui est l'utilisation de gaz toxiques pour lutter contre les insectes, et l'utilisation de composés qui sont vaporisés à des températures normales ou par chauffage(Ranson et al,2002).

4- Appâts toxiques:

C'est un mélange d'un insecticide et d'une substance alimentaire connue pour attirer les insectes qui sont destinés à être contrôlés s'ils sont appliqués sur eux et est utilisé contre les insectes et les insectes de la bouche de rongeurs tels que les criquets et les insectes(Raymond-Delpech ,2005).

5- Traitement des semences:

Mélanger ces pesticides avec des semences avant de les planter afin de contrôler les insectes suceurs de la bouche qui infectent les précurseurs tels que les thrips, les pucerons et les araignées rouges(Salameh,2006).

6- Bandelettes:

Le pesticide est traité avec un plastique qui l'absorbe et le perd lentement lors de l'ouverture de son emballage (Iyad, 2009).

IV.3.4.Effets des produits pesticides :

L'impact des produits phytosanitaires est incontestable. Ils influent sur l'environnement par l'infiltration dans le sol, propagation dans l'air, comme ils polluent l'eau. Les produits phytosanitaires ne sont uniquement nocifs sur l'environnement, mais ils présentent aussi des risques sanitaires pour l'homme (MEHRI, 2008).

IV.3.4.1.Effets sur la santé humaine :

On s'expose à certains dangers chaque fois qu'on manipule un pesticide ou qu'on se trouve à proximité d'un lieu de pulvérisation. L'importance des dangers dépend de deux facteurs : la toxicité du pesticide et le degré d'exposition au produit (RAMADE, 2005).

La toxicité d'un pesticide indique dans quelle mesure le produit est dangereux. On distingue deux niveaux de toxicité:

- **Toxicité aiguë (à court terme) :** Une seule exposition suffit généralement pour causer une intoxication. Les effets se produisent immédiatement ou peu de temps après l'exposition et varient selon le pesticide en cause, la dose reçue,

la voie d'absorption et la sensibilité de la personne (Scott, 1999).

- **Toxicité chronique (à long terme) :** L'intoxication résulte d'expositions répétées à de faibles doses de pesticide et sur une longue période. Les symptômes peuvent se manifester après plusieurs mois, voire plusieurs années d'exposition. *Personnes concernées* Les exploitants, les conjoints collaborateurs, les aidants familiaux, les salariés agricoles, les saisonniers, les distributeurs... peuvent être exposés aux produits phytosanitaires en diverses occasions :
- Vente, transport et entreposage des produits phytosanitaires.
 - Préparation de la bouillie.
 - Remplissage du pulvérisateur.
 - Epannage (pulvérisation, etc.).
 - Entrée dans les parcelles après traitement.
 - Déversement accidentel.

En général, le risque d'exposition est le plus important lorsque le produit phytosanitaire est concentré, ou lorsque la personne qui manipule est très près du produit, notamment lors :

- De l'ouverture des emballages.
- Du dosage/mélange du produit (préparation de la bouillie).
- Du remplissage des conteneurs et pulvérisateurs (GAGNEC, 2003).

IV.3.4.2. Effets sur les animaux :

Les animaux peuvent être intoxiqués par les pesticides :

Soit directement : par contact direct, lors de la pulvérisation ou juste après,

Soit indirectement : en consommant de la végétation traitée, en mangeant une proie elle-même intoxiquée, ou en buvant de l'eau contaminée (Index Des

Produits Phytosanitaires, 2015). Les effets négatifs des pesticides peuvent être :

➤ **Directs :**

Mort subite, mort prématurée, atteinte à la fertilité, malformations, baisse des défenses immunitaires...etc. (Hart et Frank, 2008).

➤ **Indirects:**

- Destruction d'insectes, de plantes à baies sauvages... réduisant le stock alimentaire de certaines espèces.
- Destruction de ronciers, de broussailles... réduisant les habitats dans certains secteurs. Selon France nature environnement, « Ce sont surtout des espèces au sommet de la chaîne alimentaire (mammifères, oiseaux, etc.) qui témoignent de manière visible des problèmes posés par les pesticides. Mais les animaux les plus touchés sont les insectes (notamment butineurs comme les abeilles et papillons), ainsi que les animaux à sang froid (comme les reptiles et les amphibiens) (mokhtari ,2012)

IV.3.4.3.Effets sur la flore :

A l'évidence, les herbicides sont les produits les plus nocifs pour les plantes non cultivées. Mais la microflore est aussi atteinte et dans certaines zones, on peut suspecter un lien de cause à effet entre l'utilisation des pesticides et, par exemple, la disparition de lichens.

Les pesticides auraient également une responsabilité dans le dépérissement forestier : Les sols des parcelles les plus touchées présentent de fortes concentrations en trichloroacide acétique, jusqu'à 0,4 mg/m³ sur des zones où il n'a jamais été appliqué. (Hart et Frank, 2008).

IV.3.4.4.Effets sur le sol :

La cause la plus ubiquiste de la contamination des sols résulte d'une pollution diffuse due à l'usage systématique des pesticides en agriculture (Ramade, 2005).

Au moment de la pulvérisation des pesticides plus de 90% des quantités utilisées de pesticides n'atteignent pas ravageurs visé. Bien au contraire, la part primitive de ce traitement aboutit dans les sols où elle subit plusieurs altérations.

Dès lors, les sols constituent un compartiment clé dans l'environnement, car ils sont un lieu de passage quasi-obligé du contaminant agricole lors de son transfert et ils jouent un rôle important dans son devenir. (Hart et Frank, 2008).

D'ailleurs, le devenir de ces produits phytosanitaires dans le sol est variable en fonction de leur nature et de leur composition chimique et le risque pour l'environnement sont d'autant plus grands que ces produits sont toxiques utilisées sur des surfaces et à des doses/fréquences élevées et qu'ils sont persistants et mobiles

dans les sols, ainsi, ils sont soit, dégradés par les microorganismes ; ou par hydrolyse, ou adsorbés par les sédiments ou bien absorbés par les racines des plantes (Anonyme, 2006).

IV.3.4.5.Effet sur l'eau : Une des conséquences environnementales majeures de l'agriculture intensive actuelle est la dégradation de la qualité des eaux de surfaces et souterraine, les pesticides peuvent facilement pénétrer dans le sol et les sources d'eau (Mehri, 2008).

Cela peut se faire suivant trois voies d'écoulement soit par ruissellement où la concentration est en générale maximale (lors de fortes pluies survenant peu de temps avant l'application), soit par le drainage artificiel des sols (avec des concentrations moyennes), soit par lixiviation (Batch, 2011).

La présence des pesticides dans les eaux de rivières présente un impact direct sur la qualité des sources d'approvisionnement en eau potable, ce qui menace la qualité de ces eaux (Gagnec, 2003).

IV.4.L'efficacité des extraits de plantes contre les insectes :

Lorsqu'une personne a découvert le danger des pesticides chimiques industriels, elle a commencé à rechercher des alternatives naturelles capables d'atténuer les dégâts des ravageurs, comme l'utilisation de plantes naturelles (Abdul, 2017).

Contenant des fleurs et des feuilles de nombreuses plantes et racines de substances chimiques ayant un effet toxique sur les insectes en cas d'utilisation humaine, soit directement par l'utilisation de la poudre végétale contenant la substance toxique, soit après l'extraction de l'ingrédient actif du solvant organique Et faites-les sous forme de préparations, en plus de la substance auxiliaire (Abbor, 1995).

Il s'agit de matériaux-produits jouent également un rôle majeur dans la gestion des conditions environnementales des plantes entourant celle des fonctions les plus importantes que c'est un moyen de défense efficace contre les insectes et les animaux qui attaquent la plante et que l'utilisation de pesticides chimiques végétaux comme alternative à pesticides les fabricants de produits chimiques réduisent les dommages causés par les pesticides chimiques aux humains et aux organismes Outre son efficacité contre les insectes ravageurs, sa décomposition rapide, sa non-pollution de l'écosystème, sa faible toxicité, ainsi que l'absence de résistance à celui-ci par les insectes ravageurs (Dethier, 1970).

En effet, leur composition chimique est complexe, ce qui réduit la possibilité d'émergence de résistances chez les insectes cibles (Hamdto et Awadallah, 2007). Il a des activités vitales liées aux relations environnementales entre d'autres organismes vivants, comme attirer des insectes utiles ou repousser de nombreux insectes nuisibles (Balandrin., 1985).

La Deuxième Partie : Une Partie Pratique

CHAPITRE I

Matériel et méthodes de recherche



Travaux réalisés :

Notre travail a été effectué au sein du laboratoire de la chimie organique à la faculté des sciences à l'université de Hamma Lakhdar d'EL Oued. Le travail concerne l'extraction huiles essentielles de la plante *Pelargonium graveolens* ainsi que la détermination de l'activité biologique Contre *Tapinoma nigerrimum*. Ce travail s'inscrit dans le cadre d'obtention du Diplôme Master en synthèse organique et substances naturelles. L'objectif de ce travail est la Déterminer l'activité biologique d'un extrait d'huile essentielle de plante *Pelargonium graveolens*.

Le but est d'obtenir l'huile essentielle d'*Pelargonium graveolens* par la méthode d'hydrodistillation.

Et faire l'évaluation l'activité biologique de s'huile essentielle pour des fins de lutte biologique.

Le schéma général adopté pour la réalisation de ce travail est résumé par la figure ci-dessous.

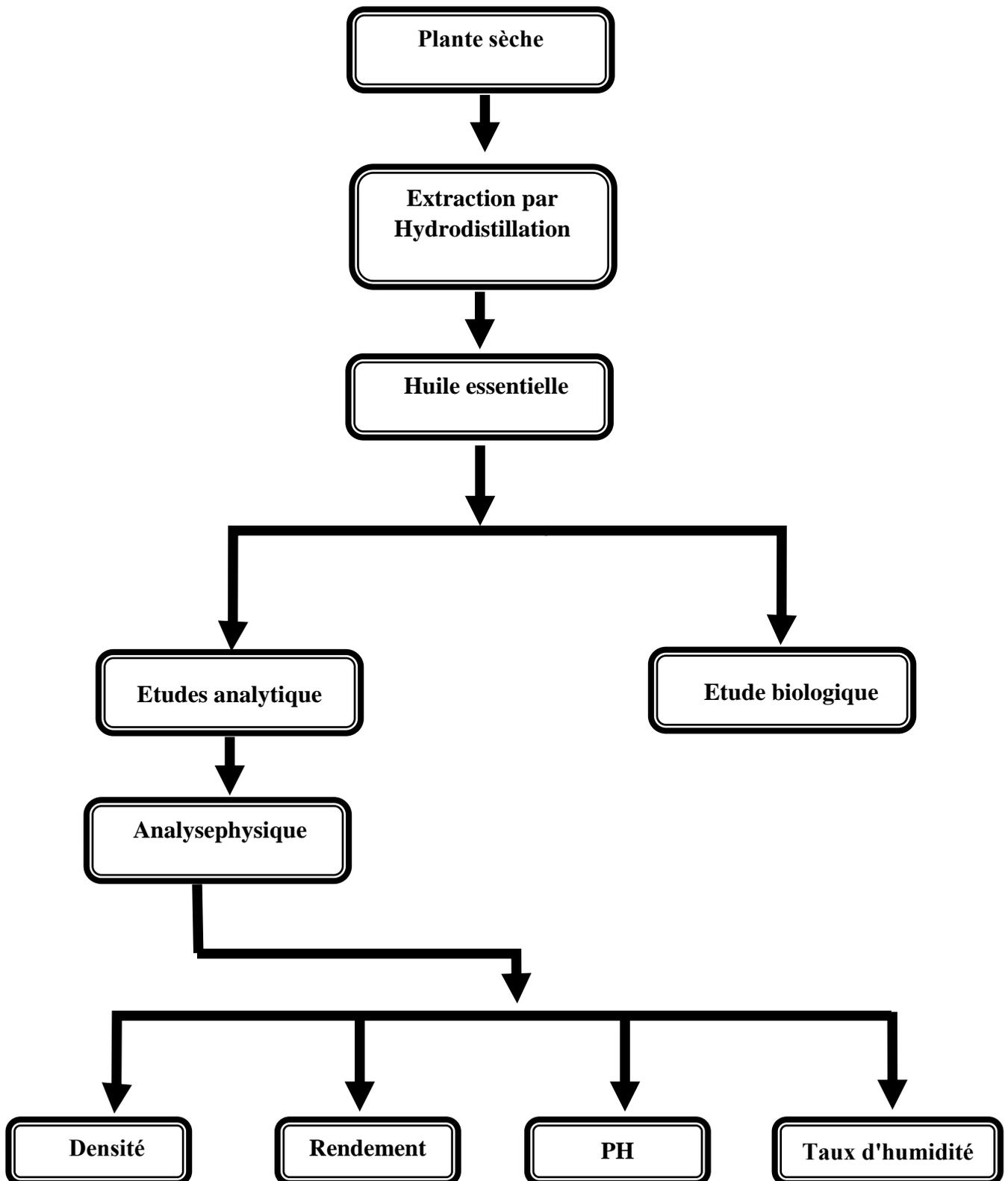


Figure.11: Schéma général de la procédure expérimentale

I.1.Présentation de la région d'étude:

La présentation de la région d'étude est introduite par un aperçu géographique de la région d'Oued Souf.

I. 1.1 Description :

Le Souf vient du nom berbère désignant rivière ou 'Oued'. La vallée d'Oued-Souf est une unité de ressources en eau située au Sud-est algérien au centre d'une grande cuvette synclinale, appelée aussi région du Bas-Sahara à cause de sa faible altitude.

À l'origine, les habitants d'El-Oued vivaient de l'agriculture, de la terre chacun avait sa palmeraie et son potager réalisé à l'issue d'une somme d'effort considérable. La forme de l'agriculture (système Ghoutt) consistait à creuser des cuvettes pour planter à proximité de la nappe phréatique, cette situation a fait que l'agglomération soit implantée à travers des entonnoirs ou cratères rendant tout aménagement planimétrique du terrain difficile, et les aménagements plus coûteux. (O.N.R.G.M, 1999).

I.1.2. Situation géographique de la région d'Oued Souf :

La vallée de Souf est située dans la Wilaya d'El Oued (33°19' à 33°24' N; 6°49' à 6°53' E) au Sud-Est algérien, et dans les confins septentrionaux de l'Erg Oriental, à 70 mètres d'altitude (Voisin, 2004) et à 600 Km de la capitale Alger. L'une des principales oasis du Sahara Septentrional Algérien. Elle occupe une superficie de 44.586 km² (Meziani et al, 2012) et avec un nombre de population de 566245 habitants selon la DPS 2015. Elle forme une wilaya depuis 1984. Elle est limitée (Figure 12).

- Au Nord par les wilayas de Biskra, Khenchela et Tébessa.
- À l'Est par la Tunisie.
- À l'Ouest par les wilayas de Biskra, Djelfa et Ouargla.
- Au Sud par la wilaya d'Ouargla.

La longueur de sa frontière avec la Tunisie est de 300 Km environ. Elle est couverte par le grand Erg Oriental sur les 2/3 de son territoire. La région d'Oued Souf est divisée en quatre principales sous-régions: Région du Souf - Erg - Oued Righ - Régions des dépressions (ONS, 2013).

Cette région est un vaste ensemble de palmiers entourés par les dunes de sable.

La wilaya d'El-Oued compte actuellement 22 communes regroupées en 10 Daïras (Figure 12).

Cette région tire son originalité de son architecture typique, caractérisée par les coupoles et par ses palmeraies plantées dans les Ghouts.

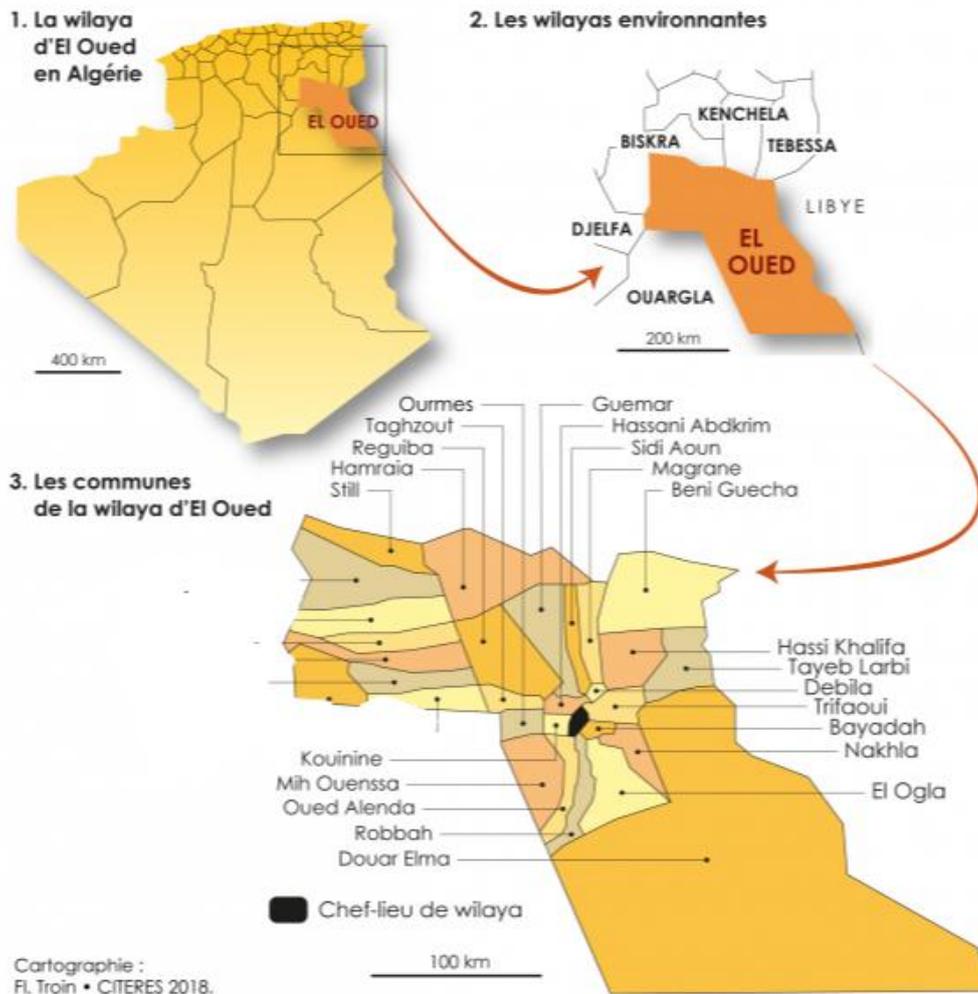
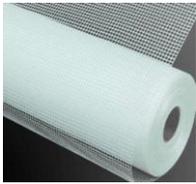


Figure.12:Situation géographique de la région d’Oued Souf etDécoupage administratif de la wilaya.(Troin ,2018)

I.2.Outils et matériaux utilisés:

I.2.1.Matériels utilisées :

Notre travail a été réalisé au laboratoire du département de sciences de la nature et de vie de l'Université de Hamma Lakhdar d’EL Oued, en utilisant les outils suivants :

N°	Nom des outils	Image	N°	Nom des outils	Image
01	Gants		10	Seringues	
02	Balance		11	Boîtes pétris	
03	Entonnoir		12	Tubes à essais	
04	Mortier pilon		13	Support tubes	
05	Gaze		14	Tubes en verre	
06	Feuilles d'aluminium		15	Micro pipette	
07	Filtre papier		16	Pot inclus	
08	Papier cellophane		17	Boîtes plastique	

9	Sac en papier		18	Boite en bois	
---	---------------	-----------------------------------------------------------------------------------	----	---------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tableau06: Matériels utilisées dans notre travail

I.2.2.Matériaux Utilisés :

➤ **Solutions utilisées:**

Dans cette étude, nous avons utilisé: de l'eau distillée, de l'alcool et DMSO(dimethylsulfoxide) comme solvants organiques.

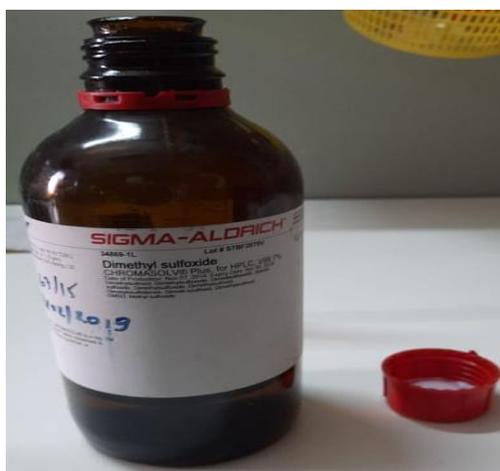


Figure.13 :Le solvant organique utilisé dans l'expérience (Photos originale, 2021).

➤ **Pesticides chimiques utilisés:**

Dans cette étude, nous avons utilisé l'insecticide chimique (METHYLE PARATOX) pour les fourmis (utilisé comme contrôle positif).



Figure.14: Le pesticide utilisé dans l’expérience (Photos originale, 2021).

I.3.Matière végétale :

La plante utilisée pour l’ extraction d’huile essentielle (*Pelargonium graveolens*) a été prélevée dans la willaya de El-Oued (Hassi Khalifa) à l’est d’Algérie (figure15), et seul ses feuilles on fait l'objet de l'extraction.

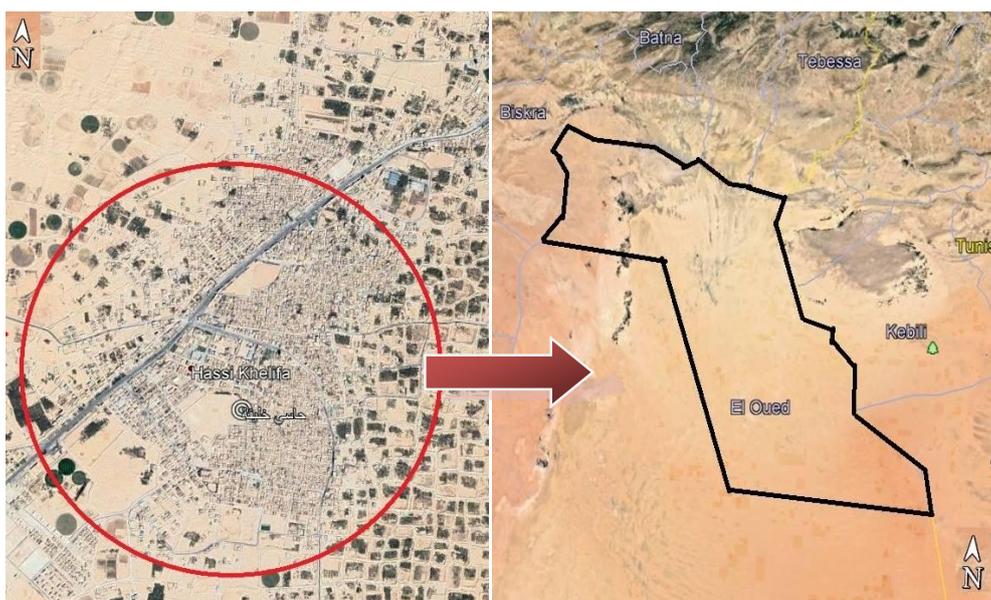


Figure.15 : Localisation du site d’étude(Google Earth,2021)

I.3.1.Préparation de l’échantillon solide pour l’ extraction :

Les différentes étapes de préparation de l’échantillon aux expériences sont présentes de la manière suivante :

►Mondation :

Pour débarrasser la matière première des parties inutiles afin de garder seulement les feuilles de *Pelargonium graveolens*.



Figure.16 : Les parties qui ont été utilisées de la feuille (Photos originale, 2021).

➤ **Broyage :**

Effectué à l'aide de Mortier pilon pour 15 à 20 secondes jusqu'à l'obtention d'une poudre.

I.3.2. Dispositif expérimentale et mode opératoire :

➤ **Dispositif expérimental :**

L'extraction d'huile essentielle a été effectuée par d'hydrodistillation à l'aide d'un appareillage de type Clevenger (figure 17) à une pression atmosphérique (Bruneton, 1999; Rubin, 2004 ;Burt, 2004)



Figure.17 : Hydro Distillation par Clevenger (photos originales, 2021).

➤ **Protocole opératoire**

Le principe de la technique d'hydrodistillation se base sur le pouvoir que possède la vapeur d'eau à transporter les huiles essentielles.

(Selon Burt, 2004) L'opération consiste à introduire une masse végétale (50 g) dans un ballon en verre (1000mL), on y ajoute une quantité suffisante d'eau distillée sans pour autant remplir le ballon pour éviter les débordements de l'ébullition et le phénomène de stagnation.

En suite le mélange est porté à l'ébullition à l'aide d'un chauffe ballon avec un réglage du chauffage pour permettre une stabilité de l'extraction.

Les vapeurs chargées d'huile essentielle passent à travers le tube vertical (colonne de rectification) puis dans la colonne de refroidissement où aura lieu la condensation, le distillat d'huile essentielle est récupéré dans une ampoule à décanter pour la séparation du mélange par différence de densité.

Le temps d'extraction est mesuré à partir de la chute de la première goutte dans l'ampoule.

L'huile récupérée est séchée par filtration sur une surface de chlorure de calcium (CaCl_2) pour éliminer toute trace d'eau, finalement l'huile essentielle extraite est conservée dans des flacons en verre opaque fermés hermétiquement au réfrigérateur à une température voisine de 4°C , pour les préserver de l'air, de la lumière et des variations de température.

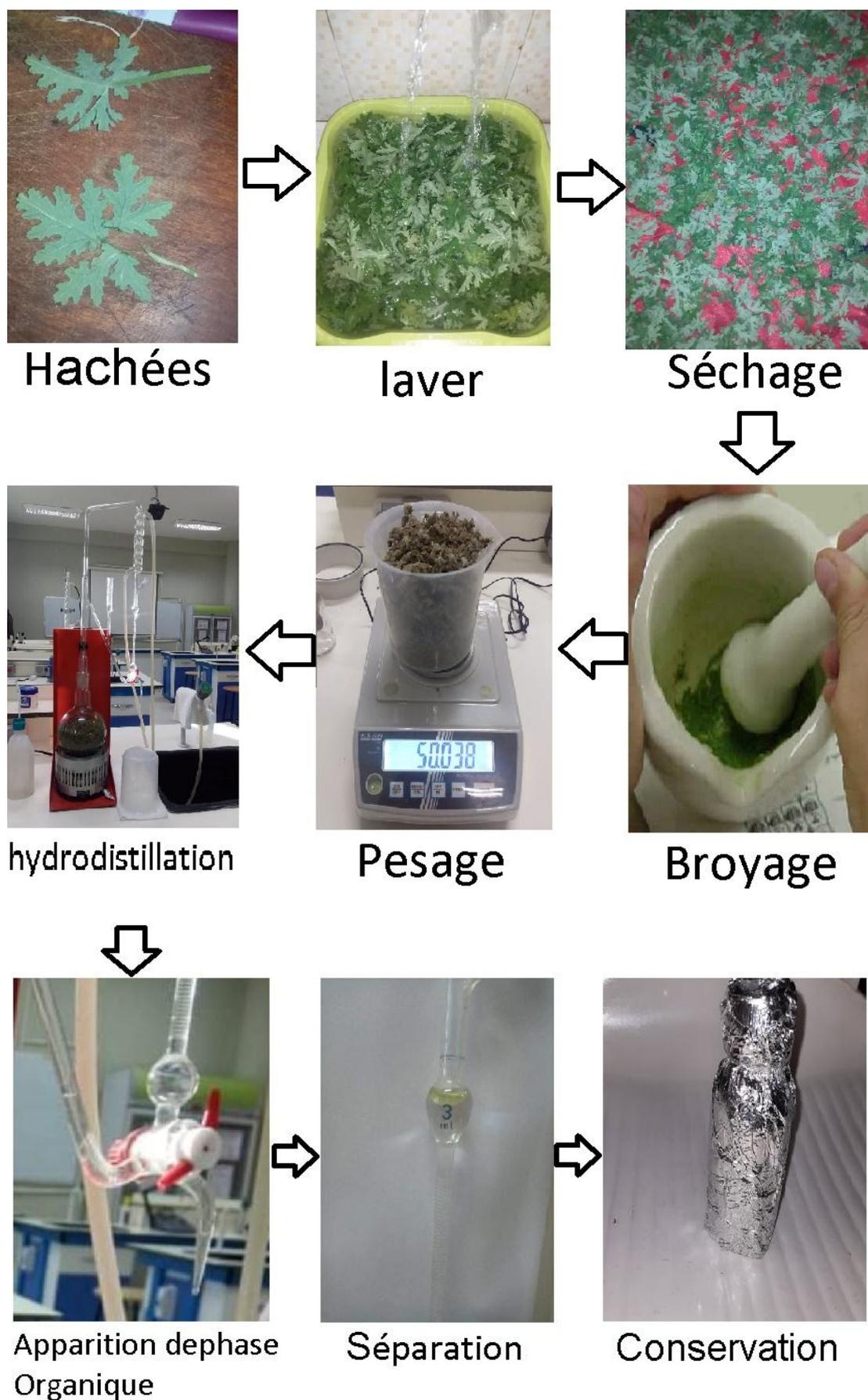


Figure.18: Etapes d'extraction d'huiles essentielles de *Pelargonium graveolens*

I.4. Etude de la cinétique d'extraction:

L'étude de la cinétique d'extraction a pour but de déterminer le temps nécessaire au bout duquel il n'est plus rentable de poursuivre l'extraction, qualifié par le rendement optimum. Pour cela et afin d'illustrer la cinétique d'extraction de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* par hydrodistillation à l'aide du montage du type « Clevenger » décrit précédemment, on a suivi la variation de la masse d'huile essentielle en fonction de temps jusqu'à l'extraction totale d'huile essentielle. Estimé environ 3 heures. (Simpson 1999 ; Twidwell et al., 2002).

I.4.1. Rendement en huile essentielle:

Le rendement en huile essentielle (RHE) est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction (M) et la masse de la matière végétale utilisée (MS) (Carré, 1953).

Le rendement est exprimé en pourcentage, et il est donné par la formule suivante :

$$\text{RHE} = (M/MS) * 100$$

I.4.2. Mesure Taux d'humidité :

La teneur en humidité de la plante a été estimée par la méthode de séchage dans un incubateur à une température de 50 °, où:

$$\text{H}\% = (\text{Poids}\alpha - \text{Poids}\beta / \text{Poids}\alpha) \times 100$$

- **Poids α** : Poids de la plante humide (avant séchage).
- **Poids β** : Poids de la plante sèche (après séchage).
- **H%**: Humidité (Simpson 1999 ; Twidwell et al., 2002).

I.5. Insectes utilisés:

Le insecte éblé pour notre étude est *Tapinoma nigerrimum*



Figure.19 : Insecte utilisé dans l'expérience (photo originale).

I.6. Méthodes De Recherche :

I.6.1. Préparation de l'extrait aromatique:

Nous avons pris une quantité d'huile essentielle et l'avons divisée en plusieurs tubes a



Figure.20 : Diverses concentrations préparées pour l'application du traitement
(Photos originale, 2021).

I.7. Appliquer un traitement sur l'insecte:

Un insecte a été collecté *Tapinomanigerrimum* dans la maison où l'insecte a été isolé de son habitat et placé dans une boîte de Pétri avec trois itérations, et un test de toxicité pour l'huile essentielle (*Pelargonium graveolens*) a été effectué dessus en trois doses (100%, 50%, 25%) en plus du contrôle négatif traité par DMSO et du contrôle positif traité avec le pesticide METHYLE PARATOX, la mort a été enregistrée en différentes minutes selon la concentration.

Après l'échantillonnage des fourmis, on met ces derniers dans des boites de Pétri et on a effectué trois essais. Un test de toxicité pour l'huile essentielle (Pelargonium graveolens) a été effectué dessus en trois doses (100%, 50%, 25%). Ensuite, on fait le contrôle négatif traité par DMSO. Enfin, on a essai de faire le contrôle positif traité avec le pesticide METHYLE PARATOX. La mortalité des fourmis a été enregistrée en différentes temps selon la concentration.

I.7.1 Méthode d'application du test de toxicité:

Le test de toxicité est un test appliqué par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), approuvé pour tester la sensibilité des parasites aux insecticides fabriqués par les comités de contrôle. La méthode de pulvérisation directe a été utilisée; Vous trempez les feuilles dans ce test.

Les insectes ont été placés dans des boîtes de Pétri par pulvérisation et dans une boîte en bois imbibée à différentes concentrations sur différentes boîtes à l'aide de papier Waltman et d'un petit pulvérisateur manuel.



Figure.21 : Le processus de pulvérisation sur les insectes (Photos originale, 2021).

I.8.L'effet de l'extrait d'huile essentielle sur un insecte:

I.8.1Taux de mortalité des insectes:

Calcul du pourcentage de décès en se basant sur l'équation (Muhammad et al., 2014)

$$\text{Pourcentage de décès} = \frac{\text{Le nombre d'individus morts}}{\text{Le nombre}}$$

I.8.2Etude statistique:

Le programme Microsoft Office Excel a été utilisé pour dessiner les colonnes graphiques.

Résultats:

II.1. Etude de la cinétique d'extraction :

II.1.1. Rendement en huile essentielle :

Nous avons extrait les huiles volatiles de la partie aérienne des plantes séchées à l'ombre par distillation d'eau (Hydrodistillation), car elle a donné aux résultats une huile jaune pâle avec un arôme acceptable avec un rendement (0,55%). Ce rendement est considéré comme médiocre par rapport à la forte odeur végétale qui suggère un fort rendement en huile (Carré, 1953).

II.1.2 .Mesure Taux d'humidité :

Les analyses effectuées pour estimer la teneur en humidité de la plante étudiée ont montré que *Pelargonium graveolens* a une teneur élevée en humidité (74%), ce qui indique que la teneur en eau de la plante verte en Masse (M) *Pelargonium graveolens* représente plus des deux tiers du poids humide de la plante

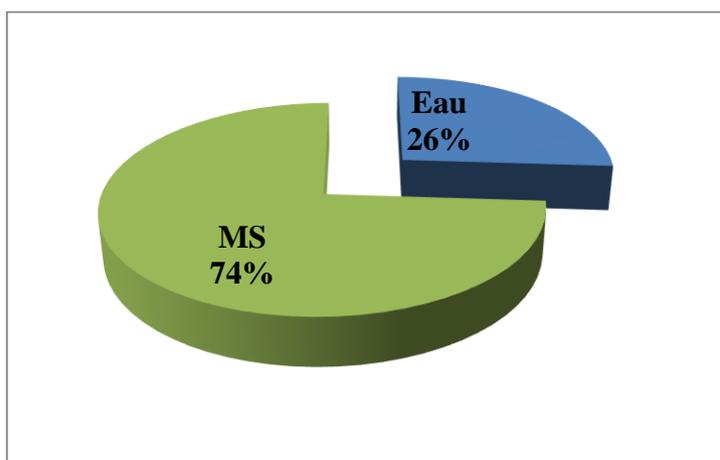


Figure.22: Teneur en humidité de *Pelargonium graveolens*.

Chapitre II Disussion Des Résultats Précédents

II.2. Test d'activité de l'huile essentielle de *Pelargonium Gravolens* contre

Tapinoma nigerrimum :

II.2.1. Les résultats du traitement par pulvérisation:

Un test pour l'effet de l'extrait d'huile essentielle pour tuer un insecte *Tapinoma nigerrimum*.

Dans cette expérience, l'extrait d'huile essentielle de plante *Pelargonium Gravolens* a été utilisé pour évaluer son efficacité en lutte biologique contre un insecte *Tapinoma nigerrimum* et le comparer à l'insecticide et à l'utilisation du solvant organique DMSO pour voir l'étendue de son effet dans l'expérience en plus du contrôle T négatif. Différentes concentrations de l'extrait d'huile essentielle ont été établies. En utilisant le solvant organique DMSO, dix individus ont été placés dans chaque récipient de Pétri et mis du papier Waltman dans sa base, après quoi le processus de pulvérisation a été effectuées avec différentes concentrations à un taux de 3 itérations pour chaque traitement, et les boîtes ont été surveillées pendant 24 heures et les résultats ont été présentés dans le tableau (7) 100% de mort inévitable, car la paralysie du mouvement des insectes a été observée dans les premières minutes, puis la mort.

L'efficacité de l'extrait a augmenté en augmentant le temps d'exposition et la concentration d'huile. L'efficacité de l'huile essentielle était assez élevée pour tuer à une concentration de (100%), et le même effet a été observé lors du traitement des fourmis adultes avec un taux de mortalité de 100%. Le pourcentage d'individus décédés au cours des différentes phases a été estimé à l'aide de l'équation:

Tableau.07: Taux de mortalité cumulés pour *Tapinoma nigerrimum* Traitement des huiles essentielles de *Pelargonium gravolens* par pulvérisation.

Temps	100% concentration			50% concentration			25% concentration			DMSO			Insecticide			Témoin négatif (sans traitement)		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	P1	P2	P3	T1	T2	T3
5min	10	10	9	8	7	8	5	2	2	0	0	0	9	6	7	0	0	0
10min	10	10	10	10	10	9	8	7	9	0	0	0	10	9	7	0	0	0
15 min	10	10	10	10	10	10	9	9	10	0	0	0	10	10	9	0	0	0

Chapitre II Disussion Des Résultats Précédents

24h	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	10	10	10	1	0	0
-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	---	----	----	----	---	---	---

Selon le tableau 07, la mortalité des insectes commence à partir de 5 minutes d'observation, et nous avons enregistré un taux de mortalité de 100% pour toutes les concentrations, cependant, aucun décès n'a été enregistré en utilisant le DMSO et le contrôle négatif, et le taux de mortalité augmente en fonction de la concentration et au fil du temps.

Les résultats du tableau 07 sont présentés dans la figure ci-dessous.

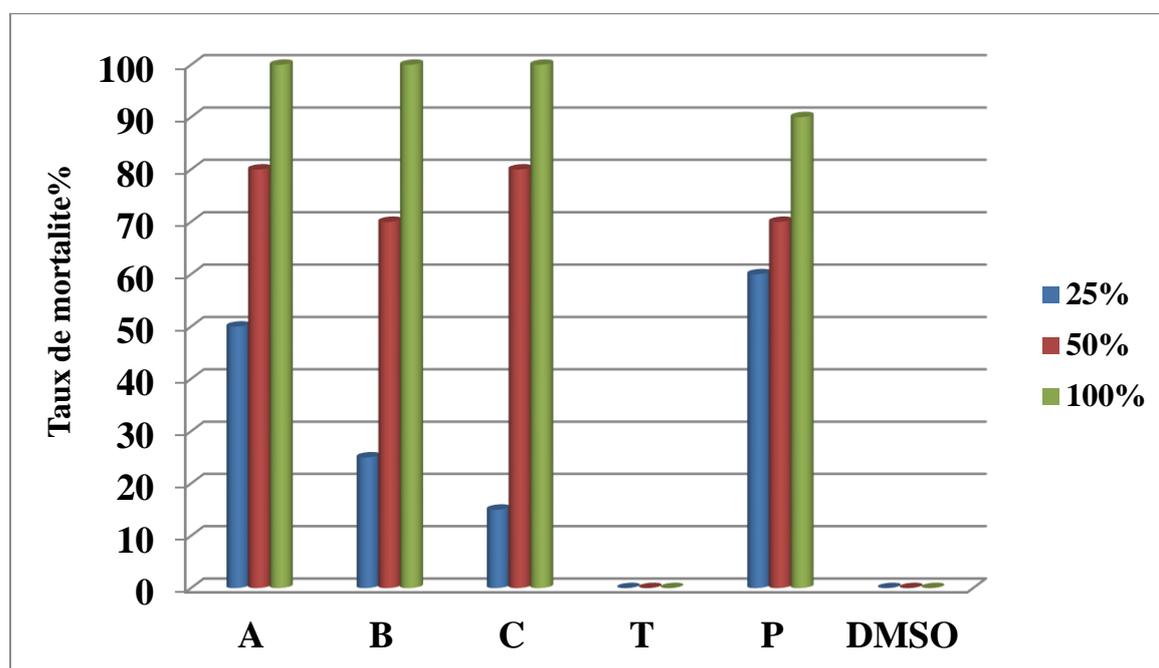


Figure.23: L'effet de l'huile essentielle sur un insecte *Tapinomanigerrimum* utilisant la méthode de pulvérisation directe après une période de 5 minutes.

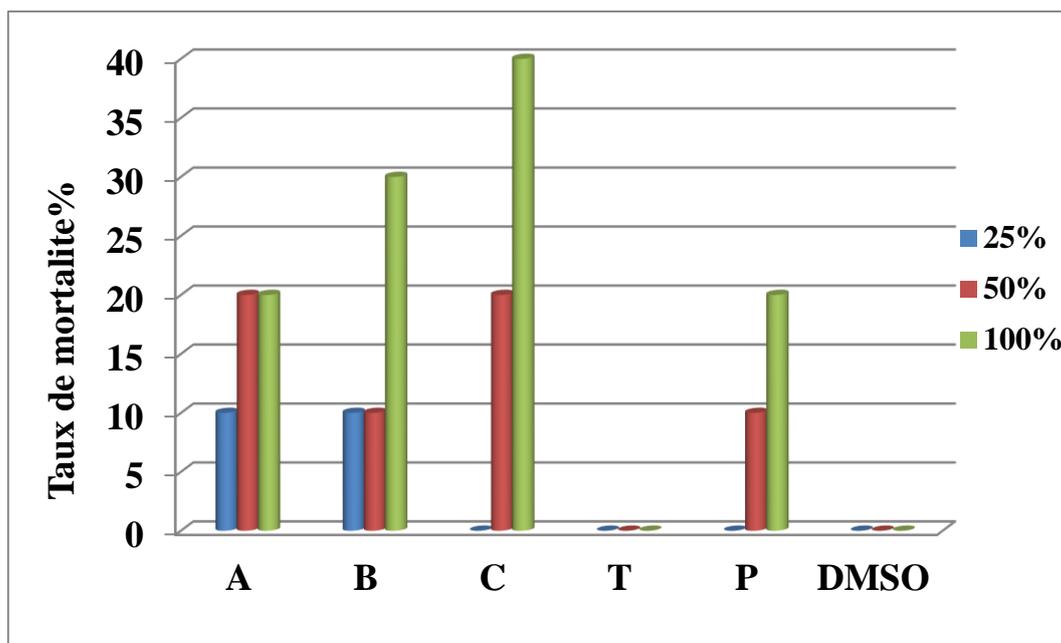


Figure.24: L'effet de l'huile essentielle sur un insecte *Tapinoma nigerrimum* en utilisant la méthode de pulvérisation directe après une période de 10 minutes.

A travers le Figure24, on constate que l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* est toxique avec une grande efficacité sur *Tapinoma nigerrimum* par rapport au témoin négatif qui n'a enregistré aucun taux de mortalité *Tapinoma nigerrimum* ou les proportions ont été enregistrées (90 %, 100%, 100%) après 5 minutes à peine de la transaction.

On note également que l'huile essentielle a des résultats proches entre elle et le contrôle positif p à la dose 100% et la dose 50% L'analyse statistique révèle qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats du contrôle négatif et les trois doses.

Nous notons également que le taux de mortalité augmente avec l'augmentation des doses et avec le temps.

Après 5 minutes de traitement, à une dose de 100%, le taux de mortalité était de 100% .A la dose de 50%, l'extrait d'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* a enregistré une valeur de 80%. Et après 10 minutes de pulvérisation, le pourcentage a été enregistré (100%) à une concentration de 100% et à une dose de 50%. Et à la dose est de 25%.

II.2.2.Les résultats du traitement par trempage :

Un test pour l'effet de l'extrait d'huile essentielle pour repousser un insecte *Tapinoma nigerrimum*.

Dans cette expérience, l'extrait d'huile essentielle de plante *Pelargonium Gravolens* a été utilisé pour évaluer son efficacité biologique à repousser un

Chapitre II Disussion Des Résultats Précédents

insecte *Tapinomanigerrimum* et le comparer avec l'insecticide et avec l'utilisation du solvant organique DMSO pour voir son effet dans l'expérience en plus du contrôle négatif T.

Différentes concentrations de l'extrait d'huile essentielle ont été créées en utilisant Le solvant organique DMSO, où dix individus d'un insecte ont été placés *Tapinoma nigerrimum* dans une large boîte en bois 60×75 cm.

À quatre parties en traçant sa base avec un stylo, et le papier Waltman a été placé dans une partie qui avait été pré-trempée dans l'huile essentielle, après quoi le processus de trempage a été effectué avec différentes concentrations à un taux de 3 itérations pour chaque traitement, et les plats ont été surveillés pendant une période de 24 heures et les résultats ont été présentés dans le tableau 08 de faibles taux de mort d'insectes, car la paralysie du mouvement de l'insecte a été observée dans les premières minutes, puis la mort. L'efficacité de l'extrait a augmenté en augmentant le temps d'exposition et la concentration d'huile. L'efficacité de l'huile essentielle était faible pour tuer à une concentration de (25%), et le même effet a été observé lors du traitement des adultes avec un taux de mortalité des fourmis de 50%. Le pourcentage d'individus décédés au cours des différentes phases a été estimé à l'aide de l'équation:

Tableau.08: Taux de mortalité cumulés pour *Tapinoma nigerrimum* Traitement des huiles essentielles de *Pelargonium Gravolens* par trempage.

Temps	100% concentration			50% concentration			25% concentration			DMSO			Insecticide			Témoin négatif(sanstraitement)		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	P1	P2	P3	T1	T2	T3
5min	2	3	4	2	1	2	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
10min	2	3	4	2	1	2	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
15 min	4	6	6	3	2	2	3	1	10	1	0	0	3	1	1	0	0	0
24h	7	9	9	5	5	7	4	3	2	0	0	0	4	2	3	1	0	0

Selon le tableau 08, le taux de mortalité des insectes commence à partir de 5 minutes d'observation, et nous avons enregistré un taux de mortalité de 40%, 90%, 70%

Chapitre II Disussion Des Résultats Précédents

pour différentes doses et 40% pour l'insecticide, cependant aucun décès n'a été enregistré avec le dmsou et contrôle négatif, deux fois plus efficace L'huile essentielle est due à son effet répulsif, rendant difficile le contrôle de l'insecte et sa mort.

Les résultats du tableau 08 sont présentés dans la figure ci-dessous.

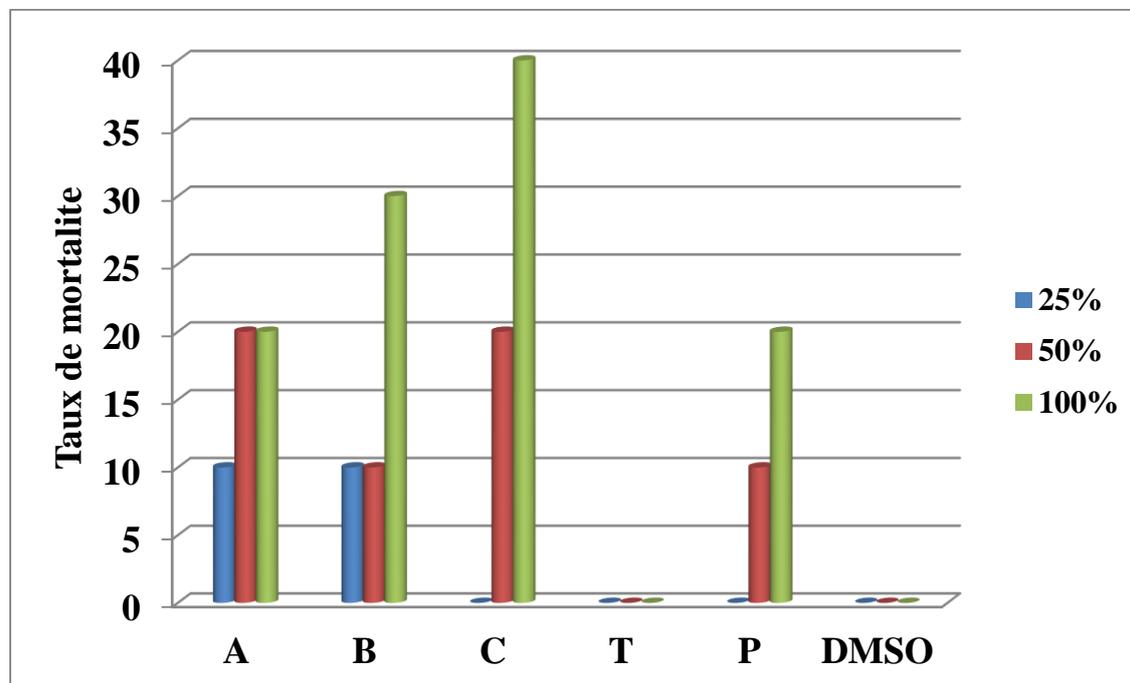
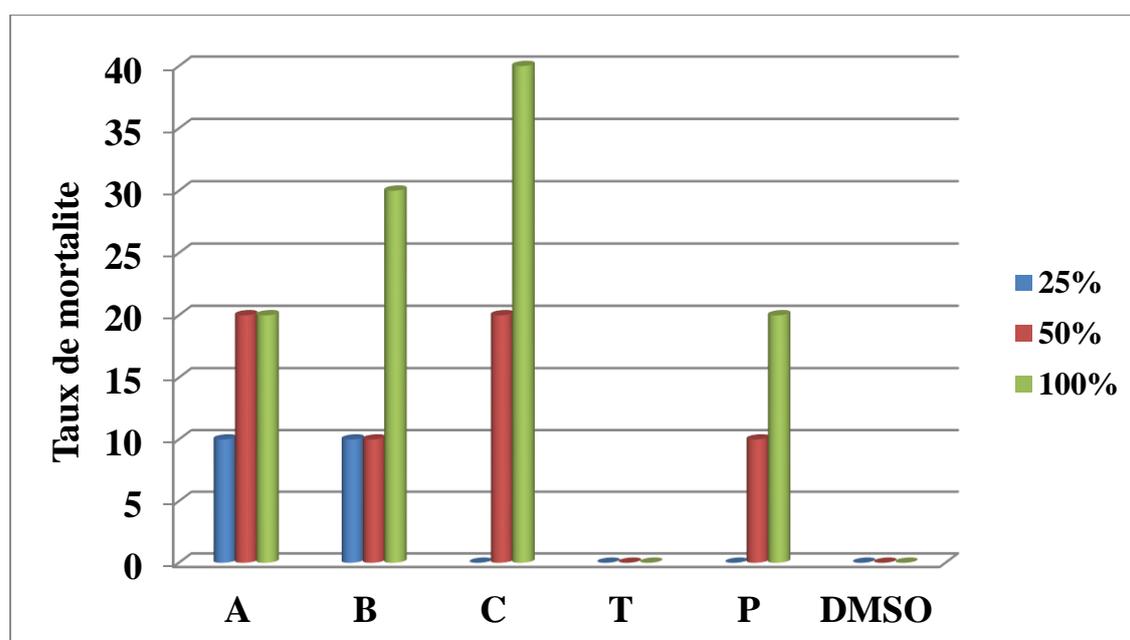


Figure.25 : L'effet de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* sur un insecte *Tapinoma nigerrimum* en utilisant la méthode de trempage des feuilles filtrantes après une période de 5 minutes.



Chapitre II Disussion Des Résultats Précédents

Figure.26 : L'effet de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* sur un insecte *Tapinoma nigerrimum* en utilisant la méthode de trempage des feuilles filtrantes après une période de 10 minutes.

A travers le Figure25, on constate que l'huile essentielle est faiblement toxique pour *Tapinoma nigerrimum* car le taux de mortalité dans les deux périodes était très faible à toutes les concentrations, car il ne dépassait pas (40%) par rapport au positif témoin, qui a enregistré un taux de (90%). Au décès du témoin, le taux de mortalité n'y était pas enregistré. Après 10 minutes de traitement, l'extrait a enregistré les proportions les plus élevées des deux concentrations utilisées (100%) et (25%).

Après 24 heures de traitement, le taux de mortalité a légèrement augmenté dans tous les traitements. En comparant les résultats des Figures 26, on constate que la méthode d'application du traitement par pulvérisation directe est meilleure que la méthode de trempage des feuilles. L'analyse statistique révèle une différence significative entre les résultats des deux méthodes d'application du traitement et les délais après le traitement.

Discussion:

Les activités des huiles essentielles décrites sur les insectes sont variées : larvicides, adulticides, répulsifs ou inhibiteurs de croissance.

La plupart des huiles essentielles agissent en perturbant la structure de la membrane cellulaire mais, pour certaines, des effets neurotoxiques ont pu être mis en évidence, dus à des interactions avec des neurotransmetteurs tels que le GABA (acide gamma-aminobutyrique) et l'octopamine, ou par inhibition de l'acétylcholinestérase.

Enfin, certaines huiles essentielles peuvent potentialiser l'action d'autres molécules en inhibant les cytochromes P450 qui, normalement les détoxifient. Par leur volatilité et leur petite taille, beaucoup des constituants des huiles essentielles interagissent avec les récepteurs d'odeur des insectes, déclenchant des comportements variés : fuite, attraction, oviposition, etc (Iteipmai, 2013).

Les résultats obtenus ont montré que l'utilisation de l'extrait d'huile essentielle de caproline de *pélargonium* a un effet toxique similaire à celui de l'insecticide sur *Tapinoma nigerrimum*, et cet effet avait une relation négative avec le passage du temps ainsi qu'avec la dose de l'extrait *Pelargonium graveolens*. Lorsque le taux de mortalité atteint son maximum (100%) contrairement au cas du DMSO, il n'y a pas d'effet sur l'insecte.

Chapitre II Disussion Des Résultats Précédents

Ceci est confirmé par de nombreuses études qui utilisaient des extraits de plantes comme effet toxique sur les insectes, nous en citons l'un zakaria, 2016 qui a montré l'efficacité de quatre huiles essentielles pour les plantes *Pelargonium graveolens* et *Ocimum basilicum* et *Aloysiacitriodora* et *Ocimumamericanum* Contre un insecte *Tapinoma nigerrimum* car l'extrait a enregistré la plus grande toxicité contre *Pelargonium graveolens* il a atteint 100%.

Il a également été constaté Robin ,1990 que le taux de mortalité d'un insecte *Tapinoma nigerrimum* et des Aleyrodidae et Cicadellidae atteignait 100% lors de l'utilisation de l'extrait d'huile essentielle *Pelargonium graveolens* et d'orange douce *Cymbopogon citratus*.

Le taux de toxicité dans les travaux réalisés par *Tapinomanigerrimum* sur les fourmis atteint 80%, 73%, 84%, 86% avec différentes doses et concentrations en utilisant les plantes suivantes: menthe poivrée *Oscimum basilicum* et *Pelargonium zonale* respectivement.

Le programme de coopération européenne (PIP) (2013) a indiqué qu'il était utilisé comme insecticide contre *Pelargonium graveolens* Le secret de ce contrôle est dû aux composés chimiques que ces huiles contiennent et à leur capacité à provoquer des perturbations physiologiques chez l'insecte. Selon la classification de fondation britannique de la nutrition (Ejaz et al., 2017). Il a constaté que l'extrait d'huile essentielle d'une plante *Pelargonium graveolens* contient des composés phénoliques et Composés terpéniques et Composés soufrés et Alcaloïdes et composés azotés Les alcaloïdes et composés azotés sont des substances organiques, Ils sont confèrent un rôle défensif contre les herbivores et les attaque des pathogènes (Francesca González et al.,2019)

Comme Korichi-almi (2016) a montré que les alcaloïdes combattent les insectes parasites par leurs effets sur le système nerveux et sur la division cellulaire. Et que les composés phénoliques tels que les tanins et les phénols ont un effet sur les herbivores, car ils ont le rôle d'anti-nutriments et d'inhibiteurs de la digestion. En outre, les saponines ont un effet toxique sur les cellules. Les esters monoterpéniques affectent les récepteurs de l'Actylcholine ou les canaux sodiques du système nerveux, entraînant une paralysie puis la mort de l'insecte.

Les résultats obtenus montrent que le traitement par pulvérisation a donné de meilleurs résultats que le trempage des feuilles filtrées dans tous les traitements, où le taux de

Chapitre II Disussion Des Résultats Précédents

mortalité a été enregistré *Tapinoma nigerrimum* 100% en pulvérisation, alors que le trempage était de l'ordre de 80%.

L'enregistrement des meilleurs résultats de pulvérisation peut être dû à une exposition directe des tissus de l'insecte à l'extrait et donc donner un résultat immédiat par rapport au trempage du papier filtre, qui a un effet indirect sur l'insecte. Cela est dû au fait que les cellules épithéliales du tractus gastro-intestinal moyen des insectes contiennent des enzymes appelées enzymes microsomaux oxydase, dont la fonction est d'éliminer l'effet toxique des composés naturels dans les plantes.

Par conséquent, de nombreuses études ont montré que des extraits de plantes s'accumulent dans le tractus gastro-intestinal des insectes lorsqu'ils sont placés dans des milieux contenant des extraits (Wiggles vaut., 1972). Cela peut aussi être dû à l'effet de l'expulsion au lieu de l'empoisonnement par trempage du papier filtre (Chergui et Guermit., 2016).

Nous notons qu'un insecte *Tapinoma nigerrimum* un taux de mortalité plus élevé pour l'extrait d'huile essentielle, à une dose de 25% en pulvérisant le contraire de ce qui s'est passé lors du trempage papier filtre, et cela peut être dû à l'effet de l'expulsion des individus, au lieu de l'empoisonnement à une dose de 100%.

Commezakaria, 2016 De cette recherche, il ressort de l'efficacité de l'extrait d'huile essentielle de la plante *Pelargonium graveolens* à avoir un effet mortel sur un insecte *Tapinoma nigerrimum*, car il s'agit d'un moyen de lutte biologique sans danger pour l'environnement et n'affectant pas l'équilibre environnemental et alternatives aux pesticides chimiques à effet nocif.

Il a également été constaté que le traitement par pulvérisation directe était plus efficace pour tuer les insectes que le trempage, et cela peut être dû au fait que le système nerveux de l'insecte est directement affecté par une toxicité élevée.

Un *Tapinoma nigerrimum* est l'un des insectes domestiques qui envahissent la maison et les fermes, ce qui pousse les gens à les éliminer de différentes manières, alors les gens recourent à l'utilisation d'insecticides pour éliminer cet insecte sans se rendre compte de ses inconvénients qu'il provoque sur les plantes, les humains, les animaux et l'environnement, mais au fil du temps, cet insecte a pu s'adapter aux médicaments chimiques en acquérant une résistance contre eux.

Conclusion

Conclusion

L'inefficacité et les effets négatifs des pesticides chimiques ont incité à rechercher d'autres alternatives pour lutter contre les insectes qui envahissent la maison et les champs, comme l'utilisation de la lutte biologique.

L'utilisation d'extraits d'huiles essentielles est l'une des alternatives biologiques modernes aux pesticides chimiques utilisés pour lutter contre les insectes, car ils contiennent des substances biotoxiques sur les insectes ayant un rôle sûr pour l'environnement en ne laissant aucune trace de substances toxiques en plus de leur effet positif sur les insectes. Les humains et les plantes.

D'où le point de départ de l'étude, où l'extrait d'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* a été utilisé en spray sur un insecte *Tapinomanigerrimum* à des fins de lutte biologique. Son effet sur certaines de ses propriétés a été déterminé, et les résultats ont montré que l'extrait d'huile essentielle utilisé a un rôle positif pour se débarrasser des insectes sans affecter les humains et les plantes, et l'effet de cet extrait sur un insecte a été évalué en utilisant deux méthodes. D'appliquer le traitement.

La méthode de trempage des feuilles de filtration et la méthode de pulvérisation afin de suivre le comportement de la substance toxique sur l'insecte. Il a eu un effet toxique sur cet insecte testé, et ces résultats étaient comparables à l'effet des pesticides utilisés pour tuer cet insecte, car les taux de mortalité ont atteint 100% et ceci en utilisant la méthode de pulvérisation directe d'extraits sur les insectes, et pour le trempage des papiers filtres, les résultats ont été enregistrés légèrement plus faibles que la pulvérisation, lorsque celle-ci a un rôle efficace dans l'expulsion.

Ce travail constitue une ébauche pouvant servir de base à des études plus élaborées sur la lutte biologique qui utilise les extraits de plantes comme alternative aux pesticides chimiques utilisés pour la lutte antiparasitaire, dans la perspective d'une meilleure valorisation et des applications plus élargies par :

- Effectuer la séparation des composés des huiles essentielles et des extraits afin de connaître les composés responsables de bonne efficacité pour tuer les insectes, car cette étape est nécessaire avant la fabrication nouveaux biocides alternatifs efficaces.

- S'éloigner du contrôle chimique et utiliser des alternatives biologiques et laisser la nature traiter la nature.
- Choisir d'autres méthodes pour conduire le processus d'extraction et tester d'autres plantes naturelles disséminées dans la zone.

Conclusion

- Poursuite des recherches dans ce domaine pour trouver des alternatives naturelles aux pesticides chimiques.
- Notez l'effet des extraits de plantes sur les insectes bénéfiques
- Étude biologique plus approfondie

Références

Références

A

1. Asgarpanah. J, Ramezanloo.F ,2015. An overview of Phytopharmacology of *Pelargonium graveolens*L. Indian Journal of drĂĚšŒnĂŭKnowledge 14: 558-563.
2. A.M. Džamić, M.D. Soković, M.S. Ristić, S.M. Grujić, K.S. Mileski, P.D.2014. Marin.Chemical composition, antifungal and antioxidant activity of *Pelargonium graveolens*essential oil.Journal. App. Pharm. Sci.; 4: 01-05
3. A. Ben Hsouna, N. Hamdi.2012. Phytochemical composition and antimicrobial activities ofthe essential oils and organic extracts from*Pelargonium graveolens* growing in Tunisia.articleLipids Health Dis. 11:167
4. ANONYME. 2008. Pesticides, danger ! Effets sur la santé et l'environnement Lesalternativesarticle, pp16.
5. Arboriculture 2009 a09 /paca 08methode de lutte alternative :test d'huiles essentielles pour limiterledeveloppement de monilia laxasophieondet (grab)article (fiche 3.02.02.25 ab)
6. Arboriculture 2009(Fiche 3.02.02.25 Ab) Methode De Lutte Alternative : Test D'huiles Essentielles Pour LimiterLeDeveloppement De Monilia Laxa.article
7. Ayda - mokhtarinahida 2012 identification et dosage des Pesticides dans l'Agriculture et les problèmes d'Environnement liésunivd'oran mémoire de magister.
8. ANONYME. 2006. Les enjeux des pesticides. Article

B

9. BELOUAD A 2001. « Plantes médicinales d'Algérie ». Office des Publications Universitaires, Alger, 2001,article pp : 5-10.
10. Burt S. 2004- Essential oils: their antibacterial properties and potential application infoods-a review. International journal of food microbiology, 94, 223-253.
11. Bruneton J. (1999) - Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinalesun Livre. 3ème édition, éd.TEC et DOC, Paris.
12. Boukhris, M., Simmonds, M. S. J., Sayadi, S., &Bouaziz, M. (2012). ChemicalComposition and Biological Activities of Polar Extracts and Essential Oil

Références

- of *RosescentedGeranium*, *Pelargonium graveolens*. Phytotherapy Research article, 27(8), 1206–1213. doi:10.1002/ptr.4853.
13. Ben Hsouna. A, Hamdi. N. (2012) Phytochemical composition and antimicrobial activities of the essential oils and organic extracts from *Pelargonium graveolens* growing in Tunisia article *Lipids Health Dis*, 11, p. 167.
 14. Baziz, M. (2017). Extraction d'huile essentielle de l'espèce végétale *SALVIA OFFICINALIS* par hydrodistillation: caractérisation physicochimique et modélisation paramétrique (Doctoral dissertation, Thèse master. Université Annaba).
 15. Bekhechi, C. Abdelouahid, D., 2014. les huiles essentielles. Office des publications universitaires p 55.
 16. Bouhafs M., Hamlaoui A., Bouassid S., 2014. Etude l'extraction des huiles essentielles à partir des plantes. Mémoire licence académique. El-Oued. 45p
 17. Boukhatem, M. N., Hamaidi, M. S., Saidi, F., & Hakim, Y. (2010). Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du *Géranium Rosat* (*Pelargonium graveolens*L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). Article *Nature & Technology*.
 18. BENOUALI. D (2015-2016) Extraction Et Identification Des Huiles Essentielles UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ORAN « MOHAMED BOUDIAF » mémoire de master.
 19. BATCH D. 2011. L'impact des pesticides sur la santé humaine. Thèse de doctorat. Université Henri Poincaré, Nancy, pp165.
 20. DEKONINCK. W 2015, Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie/Bulletin van de Koninklijke Belgische Vereniging voor Entomologie, 151: 206-209 First records of a supercolonial species of the *Tapinoma nigerrimum* complex in Belgium (Hymenoptera: Formicidae)
 21. BRUNETON J. 2016. Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales - (5^o Edition). Lavoisier.

C

22. Chiasson H et Beloin N., 2007. Les huiles essentielles, des biopesticides Nouveau genre. Bull. Soc. Entomo du Québec, thèse de magister. *Antennae* vol 14, n^o1, pp: 3-6.

Références

23. Charles D. Bell, Roger Vila, S. Bruce Archibald, Naomi E. Pierce 2006 Phylogeny of the Ants: Diversification in the Age of Angiosperms Corrie Sarticle.

D

24. Deschepper, R. (2017). Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie article.
25. Dabbob, K et Gharaisa, N. 2018 Etude de l'effet d'extraits végétaux ; Ail (*Allium sativum*), oignon (*Allium cepa*) et Cleome arabica sur certains ravageurs du plant de tomate (*Lycopersicon esculentum*).

E

26. Ejaz, A., Arshad, M., Khan, M.Z., Amjad, M.S., Sadaf, H.M., Riaz I., Sabir
Phytochemistry. Mémoire univmsila Vol.6 (2), p.p.205-214.
27. El Ouadi, Y., Bendaif, H., Mrabti, H., Elmsellem, H., Kadmi, Y., Shariati, M.A., Abdel-Rahman, I. Hammouti, B., Bouyanzer, A. (2017). Antioxidant activity of phenols and flavonoids contents of aqueous extract of *pelargonium graviolens* origin in the north-east morocco. Journal Microbiol Biotech Food Sci. 6.5.1218-1220.
28. Etude des effets liés à l'exposition aux insecticides chez un insecte modèle, *Drosophila melanogaster* Fanny Louat To cite this version: Fanny Louat. Etude des effets liés à l'exposition aux insecticides chez un insecte modèle, *Drosophila melanogaster*. Sciences agricoles. Université d'Orléans, 2013. Français.

F

29. Folashade, K. O., & Omoregie, E. H. (2012). Essential oil of *Lippia multiflora* Moldenke: A review. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 2(01), 15-23.
30. Folashade .K.O.& Omoregie.E.H. (2012) National Institute for Pharmaceutical Research and Development (NIPRD), Abuja, Nigeria. 2012.
31. Franchomme, P., & Jollois, P. D. (2001). L'aromathérapie exactement: Encyclopédie de l'utilisation des extraits aromatiques. Livre Paris: Éditions Roger Jollois.

Références

32. FABRE. N (2017) Conseils Et Utilisations Des Huiles Essentielles Les Plus Courantes En Officine.thèse magister univ de toulouse
33. F. Peng, L. Sheng, B. Liu, H. Tong, S. Liu. (2004)- Comparison of different extraction methods: steam distillation, simultaneous distillation and extraction and headspace co-distillation, used for the analysis the volatile components in aged flue-cured tobacco leaves. Journal of Chromatography A, 1040, 1-17.

G

34. GAGNE C. 2003. L'utilisation des pesticides en milieu agricole. Mémoire présenté à la commission sur l'avenir de l'agriculture et l'agroalimentaire Québécois, 16pp.
35. Ghedira, K., & Goetz, P. (2015). *Géranium rosat : Pelargonium graveolens L'Her(Géraniaceae)*.Phytothérapie.article13(3),197–201.doi:10.1007/s10298-015-0955-x.

H

36. Huignard, J., Lapied, B., Dugravot, S., Magnin-Robert, M., & Ketoh, G. K. (2008). Modes d'action neurotoxiques des derives soufres et de certaines huiles essentielles et risques lies a leur utilisation. Biopesticides d'Origine Végétale, article 219-230
37. Hart mut Frank, écotoxicologue de l'Université de Tübingen

I

38. Iyad Y. une. A.A, 2009 - Gestion intégrée des insectes nuisibles., Université de Mossoul, Bagdad, mémoire pp. 68-71
39. Institut national de la protection des végétaux (I.N.P. V). Index Des Produits Phytosanitaires, (2015). Article
40. Integrated Taxonomic Information System article
41. Iboudo, Z. (2014). Activité Biologique de quatre huiles essentielles contre *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: *Bruchidae*), insecte ravageur des stocks de niébé au Burkina Faso. thèse.
42. Iteipmai, (2013). Les huiles essentielles dans la protection des cultures : une voie en cours d'exploration.

Références

K

43. Kaloustian, J., & Hadji-Minaglou, F. (2012). La connaissance des huiles essentielles: qualilogie et aromathérapie; Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée. Springer.livre
44. Kim, K. S., Chung, B. J., & Kim, H. K. (2000). DBI-3204: a new benzoylphenyl urea insecticide with a particular activity Against Whitefly. In The BCPC Conference: Pests And Diseases, Volume 1. Proceedings Of An International Conference Held At The Brighton Hilton Metropole Hotel, Brighton, UK, 13-16 November 2000 livre (Pp. 41-46). British Crop Protection Council.
45. Kubitzki, K. (2007). The Families and Genera of Vascular Plants. IX FloweringPlants. Eudicots. Springer Berlin Heidelberg New York: livre 503 p.

L

46. Lis-Balchin M (2002) Geranium et Pelargonium. Les genresGeranium et *Pelargonium* (Ed)Taylor & François. Université de South Bank, Londres,UK,livre 11-19.

M

47. . Miller, M. (2002). Géranium et Pélaronium. La taxonomie des espèces et des cultivars de géranium, leurs origines et leur croissance à l'état sauvage (Ed) Taylor&Francis. Université de South Bank, Londres, Royaume-Uni, 49-79,livre 49-79
48. M. Boukhris, C. Ben Ahmed, I. Mezghani, M. Bouaziz, M. Boukhris, S. Sayadi.(2013)Caractéristiques biologiques et anatomiques du *géranium rosat* (*Pelargonium graveolens*, l'Hér.) cultivé dans le sud tunisien.Pak. J. Bot.articlé; p45: 1945-1954.
49. M.N. Boukhatem, M.S. Hamaidi, F. Saidi, Y. Hakim. Huile essentielle de *géranium rosat* (*Pelargonium graveolens*) : un antiseptique à large spectre. 2ème Congrès de la SociétéAlgérienne de Biologie Clinique. Palais de la Culture Moufdi Zakaria, Alger, Algérie.articlé

Références

50. M.N. Boukhatem, M.S. Hamaidi, F. Saidi, Y. Hakim. 2010 Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du *Géranium Rosat* (*Pelargonium graveolens* L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). *Nature & Technologie* article: 37-4
51. MEHRI M. 2008. Etude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faible doses : caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaines et sur le système hématopoïétique marin. Thèse de doctorat. Université de Toulouse, thèse de doctorat pp140.

N

52. Noordijk, J. 2016. Mode de vie de *Tapinomanigerrimum* (Hymenoptera : Formicidae), une nouvelle fourmi exotique aux Pays-Bas. *Messages entomologiques* journal article 76: p86-93.

O

53. OMS 1993 - Stratégies de lutte contre le paludisme dans la région africaine et étapes pour leur mise en œuvre. *Cahiers Techniques AFRO*, article 23, 1-20p.

P

54. Peyron, L. (2013). Histoire du « *Géranium rosat* pour parfumerie » dans le pays de Grasse. Association historique du pays de Grasse. France. livre Vol. 6, pp.5-15.
55. Perry, T, Batterham, P, Daborn, P.J, 2011. The biology of insecticidal activity and resistance. *Insect Biochem. Mol. Biol.* Livre 41, 411–422.

R

56. Rubin M. (2004) - Guide pratique de phytothérapie et d'aromathérapie. Ellipses Edition Marketing S.A. livre
57. R.S. Verma, R.K. Verma, A.K. Yadav, Amit Chauhan. 2010 Changes in the essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium graveolens* L'Hérit. ex Ait.) due to date of transplanting under hill conditions of Uttarakhand. *Indian J. Nat. Prod. Resour.* Livre 367-370.

Références

58. RAMADE. 2005. Eléments d'écologie : écologie fondamentale. Livre DUNOD, Paris, 3^{ème} édition, pp864
59. Ranson, H., Claudianos, C., Ortelli, F., Abgrall, C., Hemingway, J., Sharakhova, M.V., Unger, M.F., Collins, F.H., Feyereisen, R., 2002. Evolution of supergene families associated with insecticide resistance. *Science* 298, livre 179–181.
60. Raymond-Delpech, V., Matsuda, K., Sattelle, B.M., Rauh, J.J., Sattelle, D.B., 2005. Ion channels: molecular targets of neuroactive insecticides. *Invert. Neurosci.* 5, article 119–133.
61. Rapport d'activité UIPP 2011/2012.

S

62. Simpson, W. T. (1999). Drying and control of moisture content and dimensional changes. *Wood handbook: wood as an engineering material*. Madison, WI: USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, 1999. General technical report FPL; GTR-113:article P 12.1-12.20,
63. *Simpson, M. G. (2010). Plant Systematics, Second Edition, Academic Press*livre .
64. SaraswathiJ, VenkateshK, BaburaoN, Hill MH, RojaRA, et al (2011) Phytopharmacological importance of *Pelargonium* species. *Journal of Medicinal Plants Research* 5: 2587-2598.
65. S. Omar S. Hassane, M. Ghanmi, B. Satrani, A. Farah, N. Mansouri, A. Chaouch 2012 .Activité antifongique contre la pourriture du bois de l'huile essentielle de *Pelargonium xasperum* Erthrt. Ex Willd des îles Comores. *Bull. Soc. R. Sci. Liège*; article 81: 36–49.
66. Scott, J.G., 1999. Cytochromes P450 and insecticide resistance. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 29, livre 757–777.

T

67. Twidwell, E. K., Wagner, J. J., & Thiex, N. J. (2002). Use a microwave oven to determine moisture content of forages. article.
68. SELMANE Mehdi, 2015 : Etude des insectes dans la région d' El Oued. Thèse, Doctorat. Univ, Annaba, Algérie. P : 26-14.
69. SELMANE Mehdi, 2015 : Etude des insectes dans la région d' El Oued. *Journal of fundamental and applied sciences*, Edt, Wiley and Blackwell. Article, n°. P: 26-14.

Références

70. SELMANE Mehdi, 2015 : Etude des insectes dans la région d' El Oued. Ecologie Fondamentale, Edt, Duoand. Livre. P: 26-14.
71. OIAKOIAK Hamza, 2019 : Valorisation des huiles essentielles de : *Mentha aquatica* var . *citrata* , *Thymus algeriensis* Boiss . & Reut . et *Pelargonium graveolens* extraites des plantes aromatiques et médicinales dans les régions sèches (arides). thèse de doctorat .

Les ANNEXES

Annexes

Annexe.01: Photos de la plante avant et après séchage(photo originale ,2021).



Plante fraîche Plante sèche

Annexe.02 : Photos de la mort des insectes(photo originale ,2021)

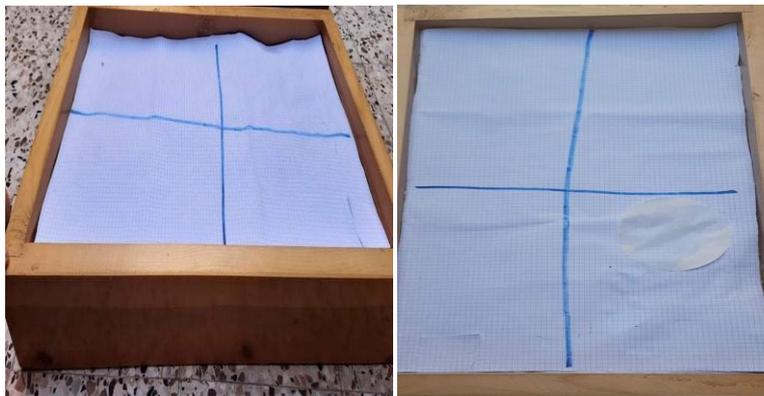


Annexes

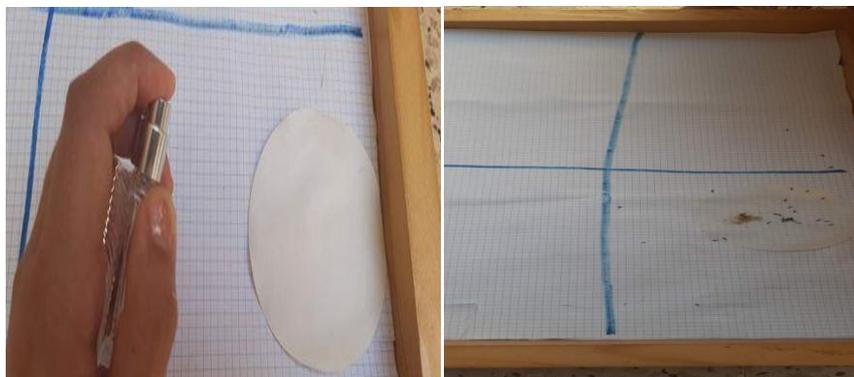
Annexe.03 : Une photo d'un insecte après sa mort par un microscope(photo originale ,2021)



Annexe.04 : Etapes de réalisation de la méthode de trempage (photo originale ,2021)



➤ Préparation du milieu d'application pour le trempage



➤ Faire tremper le papier puis mettre les insectes dans la boîte

Annexes



- Insectes s'échappant de la boîte