

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Saad Dahleb - Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie



**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master
Académique en Sciences de la Nature et de la Vie**

Option : système de production agro-écologique

Thème :

**Etude de propriétés physico-chimiques et évaluation
de l'activité biologique de l'huile essentielle de la
menthe poivrée sur le parasite de l'abeille
(varroa Jacobsoni)**

Présenté par :

- Hamadache Dikra Radia
- Sadouki Meroua

Devant les membres de jury :

Dr.Mouas	MCB	U.Blida1	Président
Dr.Kebour	MCA	U.Blida1	Promoteur
Dr.Hammami	MCA	U.Blida1	Co-Promoteur
Dr.Boubekeur	MAA	U.Blida1	Examinatrice

Promotion 2018/2019

Remerciements

Tout d'abord, je ne peux oublier de remercier le bon Dieu de m'avoir donné la foi et la sagesse et je m'incline humblement devant sa bonté, lui qui m'a donné le courage d'accomplir ce modeste travail.

Tout d'abord, nous tenons tout particulièrement à témoigner notre profonde gratitude à notre promotrice, Mme Kebour pour nous avoir guidé, encouragé, conseillé, tout en nous laissant une grande liberté dans la pratique de notre travail de recherche, tout en nous apportant son expérience indispensable dans les moments délicats.

Nous tenons également à remercier tous les membres de notre jury d'avoir acceptées d'évaluer notre travail.

Nous remercions Mme Mouas d'avoir accepté de présider notre jury de soutenance.

Nous remercions aussi Mme Boubakeur pour l'honneur qu'elle nous a fait d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos sincères remerciements et gratitude s'adressent à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation de licence et de master au sien de l'université de Saad dahleb Blida1.

Nous profitons aussi de cette occasion pour adresser nos remerciements à M. Ghribi Youcef pour ces orientations, ces conseils.

Nous témoignons nos gratitude à l'ensemble de l'équipe de service de laboratoire d'hygiène de la wilaya de Blida .

Nous remercions toutes les personnes qui ont encouragés et soutenus de près ou de loin durant la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Ce travail est le résultat, fruit de plusieurs années d'études, d'effort pour lesquelles le mérite revient d'abord à ceux qui m'ont donné la vie et m'ont accompagné durant mon cursus.

Cet espace est très limité pour exprimer ma gratitude, et mes pensées très fortes pour eux, pour avoir été toujours présent dans ma vie tout en partageant les moments de joie et de peine. Je dédie ce modeste travail à : Aux êtres les plus chers, les plus proches de moi que moi-même : à mes parents.

A mon père Abd el Karim qui était mon exemplaire et le reste pour toujours que Dieu te protège.

A la femme la plus merveilleuse au monde, tu as pris soin de moi, tu m'as comblé d'amour et de tendresse, depuis naissance et c'est grâce à toi que j'ai pu devenir ce je suis, je te remercie maman Leïla je t'aime et que Dieu te garde pour moi.

A mon cher mari Mohamed pour son soutien moral et son encouragement .

A ma chère sœur : Hiba et mon cher frère : Nassim

A ma deuxième mère ma chère tante Souhila 'nana'

A mes chères amies : Meriem , Ourdia , Ahlem , Kaouther , Siham

A toutes la famille Hamadache et Hamadouche

A ma binôme Meroua

A tous ceux qui m'ont sollicité dans mon travail de près ou de loin.

Dikra

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de mes efforts:

A ceux que j'aime le plus au monde mes très chers parents, Mohamed et Malika, leurs sacrifices et leurs encouragements toute ma vie, je ne saurais jamais comment exprimer mes sentiments pour avoir veillé sur mon éducation, jamais je ne peux les remercier assez de m'avoir donné le meilleur.

A mon très cher frère : Hocine et mes très chères sœurs : F.Zohra et Nesrine en lui souhaitant tout le succès et tout le bonheur.

A tous mes amis qui ont rendu ma vie agréable et pleine de bons souvenirs.

A mon binôme, Dikra, pour tous les instants inoubliables

A toute la famille : Sadouki et Laribi

A tous ceux qui j'aime....

Résumé

Le présent travail porte sur l'application d'un traitement à base d'huile essentielle de menthe poivrée *mentha x pepirita* sur le *Varroa jacobsoni*, ennemis majeurs de l'abeille tellienne (*Apis mellifera intermissa*), afin de diminuer l'utilisation des produits chimiques et connaître l'effet bio- acaricide des plantes aromatiques , et étudier l'effet antibactérien d'huile essentielle de la menthe poivrée sur les micro - organismes pathogènes.

La méthode utilisée est basée sur l'application de traitement sur des langes graissées posées dans les ruches qui ont montré une infestation par le parasite , et calculer le taux de mortalité de l'acarien varroa jacobsoni une fois par semaine pendant deux mois puis comparer le résultat avec le taux d'infestation avant le traitement .

Les résultats avant traitement ont révélé des taux d'infestation qui varient entre 0.01% et 9.63 %. Ceci montre l'hétérogénéité des infestations dans les ruches selon la densité des abeilles et les conditions climatiques .Ce qui constitue une difficulté dans le suivi de la dynamique de population de ce parasite.

Après traitement, une différence dans l'effet acaricide des doses d'huile essentielle de menthe poivrée est remarquée. La dose 0.25% a donné un taux de mortalité meilleur de 80.29%, comparativement à celui de dose 0.15% qui a donnée 32.48 % . Le traitement chimique effectué par l'apivar a donné des résultats meilleurs que ceux de la plante utilisée.

Les résultats des analyses antimicrobiennes d'huile essentielle de la menthe poivrée , ont montré la non efficacité de cette huile en comparaison avec l'antibiotique utilisé.

Mots clés : menthe poivrée , huile essentielle, *Varroa jacobson*, *Apis mellifera intermissa*, bio-Acaricide.

Abstract

This work concerns the application of a treatment based on one type of essential oil: peppermint and acaricide on the *varroa jacobsoni* which is regarded as one of the major enemies of the tellian bee *Apis mellifera intermissa*. To decrease the use of chemicals and knowing the bio-acaricide effect of aromatic plant, and study the antibacterial effect of peppermint essential oil on pathogenic microorganisms.

The method used is based on the application of treatment on greasy diapers placed in the hives that showed parasite infestation, and calculate the mortality rate of the *Varroa jacobsoni* mite once a week for two months then compare the result with the infestation rate before treatment.

The results before treatment revealed infestations rates results varying between 0.01% and 9.63%. This shows the diversity of assignments in hives depending on the density of bees and climatic conditions What constitutes a difficulty in monitoring population dynamics of this parasite .

After treatment, the difference between the acaricide effects of the treatments doses of peppermint essential oil is considered insignificant. The dose 0.25% has given a better mortality rate of 80.23 % compared to the 0.15% dose which gave 32.48%. The chemical treatment by the apivar gave better results than the plant used.

The results of antimicrobial analyzes of peppermint essential oil, showed the non-effectiveness of this oil in comparison with the antibiotic used.

Mots clés: peppermint , *essential oil*, *varroa jacobsoni*, bee (*Apis mellifera intermissa*), bio-acaricide

ملخص

هذا البحث يتعلق بتطبيق علاج من أساس الزيوت الأساسية لنبات النعناع *Mentha x piperita*، كمبيد ضد

طفيل الفاروا (*Varroa jacobsoni*) الذي يعتبر من أخطر أعداء نحل العسل التلي *Apis mellifera intermissa*. هذا بهدف تقليل استعمال المواد الكيميائية و معرفة فعالية النباتات العطرية كمبيدات طبيعية. ودراسة تأثير مضاد للجراثيم من الزيت العطري للنعناع على الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض. تعتمد الطريقة المستخدمة على تطبيق العلاج على صفائح دهنية موضوعة في خلايا النحل والتي أظهرت الإصابة بالطفيل، وحساب معدل الوفيات لسوس الفاروا جاكوبسوني مرة واحدة في الأسبوع لمدة شهرين ثم مقارنة نتيجة مع معدل الإصابة قبل العلاج

قبل معالجة ح بلغت العدوى بهذا الطفيل بين 0.01% و 9.63%، هذا يوضح الاختلاف في نسبة العدوى في الحضنة حسب كثافة النحل و المناخ. مما يجعل صعوبة في ديناميات رصد هذا طفيلي.

بعد المعالجة وقد أظهرت المعالجات التي قمنا بها ضد الفاروا ان الزيت منحتنا نسبة وفيات افضل من خلال جرعة (ج : 0.25% بنسبة 80.29%) وبالمقابل منحنا 30.48% من الجرعة الثانية(ج: 2 : 0.15%) حيث ان العلاج الكيميائي ب ابيفار (apivar) اعطانا نتيجة افضل بالنسبة للنباتات المستعملة.

ظهرت نتائج التحليلات المضادة للميكروبات من زيت النعناع العطري عدم فعالية هذا الزيت بالمقارنة مع المضادات الحيوية المستخدمة

كلمات مفتاحية

زيوت الاساسية، الفاروا (*Varroa jacobsoni*). (النحل *Apis mellifera intermissa*). مبيد

mentha x piperita نعناع

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Résumé

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....2

Partie I : Synthèse bibliographique

**Chapitre 1 : Données générales sur les huiles essentielles
et la plante utilisée**

1. Introduction à l'aromathérapie.....6

1.2 Définition des huiles essentielles.....6

1.3 Propriétés et activités biologiques des huiles essentielles.....7

1.4. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....8

1.5 Composition chimique.....9

1.6. Domaine d'utilisation des huiles essentielles.....10

1.7. Toxicité des huiles essentielles.....13

1.8. Procédés d'extraction des huiles essentielles.....14

1.9 Conservation des huiles essentielles.....18

2. La menthe poivrée.....18

2.1 Description botanique.....19

2.2 Nomenclature et taxonomie.....20

2.3 Répartition géographique.....20

2.4 Place de la menthe en phytothérapie.....	20
2.5 Origine et culture.....	21
2.6 Composition chimique.....	21
2.7 Utilisations et propriétés biologiques.....	23
2.8 Effets thérapeutiques – aromathérapie.....	24

Chapitre 2 : L'abeille et son parasite

1.1 Généralité sur l'abeille.....	27
1. 2. Classification systématique de l'abeille.....	27
1.3. Les races d'abeilles.....	28
1.4 Morphologie générale.....	29
1.5. Les habitants de la ruche.....	30
1.6 Stades de développement.....	31
1.7 Importance de l'abeille en agriculture.....	33
1.8 Cause de mortalité des colonies d'abeille.....	33
2 Présentation du parasite le Varroas.....	34
2.1 Généralité et historique.....	34
2.2 Classification systématique de <i>V. jacobsoni</i>.....	35
2.3 Distribution de la maladie.....	35
2.4 Morphologie du varroa.....	36
2.5 Cycle évolutif du varroa vis-à-vis de celui de l'abeille.....	37
2.6 Durée de vie.....	38
2.7 Effets et conséquences de la présence du varroa dans les colonies	39
2.8 Les symptômes.....	40
2.9 Modalités d'infestation.....	40
2.10 La lutte contre varroa.....	41

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre 1 : Matériels et méthodes

1.1-Objectif du travail.....	44
1.2 Présentation de la zone d'étude.....	44
1.3 Matériel biologique.....	44
1.4 Méthodes d'extraction.....	48
1.5 Détermination du rendement en huile essentielle.....	49
1.6 Préparation des doses des huiles essentielles.....	50
1.7 Présentation des lots expérimentaux.....	51
1.8 Méthode d'estimation du nombre de varroa dans la colonie.....	52
1.9 Méthode d'estimation du nombre d'abeilles dans une colonie.....	52
2. Etude de pouvoir antimicrobien de l'huile essentielle de menthe poivrée.....	53
2.1 Analyses qualitative de l'effet antimicrobien.....	54
2.2 Préparation des milieux de cultures.....	54
2.3 Préparation des disques.....	55
2.4 Préparation des suspensions bactérienne et fongique (inoculum).....	56
2.5 Ensemencement par inondation.....	56
2.6 Dépôt des disques.....	56

Chapitre 2 :Résultats et discussion

1.1. Evaluation du rendement des huiles essentielles.....	59
1.2. Test de toxicité des huiles essentielles de menthe poivrée sur l'abeille.....	59
1.3. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches.....	59
1.4. L'évaluation de la mortalité de varroas dans différentes ruches.....	61

1.5 Comparaison entre les ruches	65
2. Résultat des analyses antimicrobiennes	66
3. Discussion	67
Conclusion	68
Références bibliographiques	70
Annexe	75
Table de matières	79

Liste des tableaux

Tableau 01: la diversité d'applications des huiles essentielles	13
Tableau 02 : Principales caractéristiques du menthol et de la menthone.....	23
Tableau 03: Le temps nécessaire au développement des différentes castes de la ruche.	33
Tableau 04 : Le protocole expérimental de traitement.....	51
Tableau 05 : Estimation du taux d'infestation avant traitement	60
Tableau 06 : Traitement à la concentration 0.25% et 0.15% (R1,R2).....	61
Tableau 07 : L'évaluation de la mortalité de varroas de ruche traitée par l'Apivar	63
Tableau 08 : Témoin (R11).....	64

Liste des figures

Figure 01 : Schéma d'un montage d'hydrodistillation	15
Figure 02 : La menthe poivrée ou <i>Mentha x piperita</i>	19
Figure 03 : Structure chimique du menthol	22
Figure 04 : Structure chimique de la menthone	23
Figure 05 : Schéma d'une ouvrière.....	30
Figure 06 : Œufs	31
Figure 07 : Larves	32
Figure 08 : Nymphes.....	32
Figure 09 : Femelle de varroa sur l'abeille du stade larvaire (à gauche et à droite) et stade nymphale (au centre).....	34
Figure 10 : <i>Varroa jacobsoni</i>	36
Figure 11 : <i>Varroa jacobsoni</i>	37
Figure 12 : Le cycle évolutif du <i>varroa jacobsoni</i>	38
Figure13 : Présentation de la colonie d' <i>Apis mellifera intermissa</i>	45
Figure 14 : Abeilles infestées par le varroa.....	45
Figure 15 : Menthe poivrée.....	46
Figure 16 : Langes graissées.....	47
Figure 17 : L'apivar.....	48
Figure 18 : Matériel d'hydro-distillation employé pour l'extraction de l'huile essentielle de la menthe poivrée	49
Figure 19 : Application de traitement.....	50
Figure 20 : Disposition des 3 lanières d'Apivar dans la ruche.....	51

Figure21 : Méthode d'utilisation des langes	52
Figure 22 : Estimation du nombre d'abeilles dans une colonie.....	52
Figure 23 : Les souches bactériennes et fongiques utilisée	54
Figure24 : Milieux culture utilisés.....	54
Figure 25 : Préparation des milieux de culture.....	55
Figure26 : Dépôt des disques sur le milieu de culture.....	56
Figure 27 : Application de test de toxicité.....	59
Figure 28 : Histogramme représente le taux d'infestation initial des différents ruches avant traitement par l'HE de menthe poivrée	61
Figure 29 : Evaluation de la mortalité de varroas de la ruche n 1 traitée par l'huile de menthe poivrée à la concentration 0.15%.....	62
Figure 30 : Evaluation de la mortalité de varroas de ruche n 2 traitée par l'huile de menthe poivrée à la concentration 0.25%.....	63
Figure 31 : Evolution de la mortalité de varroas de ruche traitée par Apivar	64
Figure 32 : Evaluation de la mortalité de varroas de ruche (témoin).....	65
Figure 33 : Comparaison entre le taux de mortalité des ruches.....	65
Figure 34 : Activité antibactérienne de l'huile essentielle de menthe poivrée.....	66
Figure 35 : Les zones d'inhibition d'antibiotique.....	66

Introduction

Introduction

De tout temps, les abeilles ont toujours fasciné les hommes. En effet, dans beaucoup de civilisations et de croyances, l'abeille a toujours eu une place privilégiée. Cet insecte est un cadeau de la nature qui représente le symbole de la vie, de l'abondance, de la pureté et de la sagesse (**Lefief-Delcourt ., 2010**).

Environ 70% des cultures mondiales utilisées directement pour la consommation humaine dépendent des insectes pollinisateurs (**Gallai et al., 2008**). Parmi ces derniers, les abeilles domestiques, *Apis mellifera* (Hymenoptera; Apidae) constituent un maillon essentiel de la chaîne qui contribue à maintenir les écosystèmes (**Straub., 2007**). Elles jouent un rôle primordial dans les diverses phases de la vie de nombreuses espèces végétales et animales. Leur absence engendrerait la perte de nombreuses espèces animales dont l'homme se nourrit .

Cet insecte précieux, subit des attaques parasitaires féroces qui nuisent à sa santé et son existence, ceci est devenue inquiétant depuis quelques années quand leur taux de mortalité a atteint 30 à 35%, taux anormalement élevé, et qui peut atteindre dans certains cas les 50% de pertes en périodes hivernales (**Guillot., 2009**) .

Parmi les parasites de l'abeille, *Varroa jacobsoni* qui est considéré comme une des plus sérieuses menaces pour *Apis mellifera* (**Noireterre., 2011; Martin et al ., 2012**).

Les conséquences de la varroase sur les abeilles sont principalement une réduction du corps corporel, de la concentration des protéines et des glucides hémolympatiques à l'émergence et de la longévité (**Amdan et al ., 2004**) .

Diverses méthodes de contrôle de cet acarien ont été étudiées. On retrouve des méthodes biotechniques **Boot et al (1995)**, biologiques **Nazzi et al, (2004)**, génétiques **Martin et al. (2001)** et chimiques par l'utilisation des acaricides. Ces dernières sont celles qui sont les plus utilisées sur le terrain (**Maggi et al., 2009**).

Dans ce contexte, l'orientation vers la lutte biologique avec des moyens naturels tels que les huiles essentielles des plantes aromatiques offre une solution valide car leur présence est normale dans l'ambiance de la ruche. **Colin et al. (1990)**, ont montré que de nombreuses huiles essentielles végétales ont un effet antiparasite, elles agissent sur le comportement et/ou le développement de certains arthropodes et parfois être mortelles. Donc en cours d'utilisation il faut respecter la posologie et le mode d'administration de ces extraits.

Un intérêt considérable a été suscité aux huiles essentielles extraites à partir de plantes aromatiques et dotées d'activités antimicrobiennes vis-à-vis des micro-organismes pathogènes,

(Alzoreky et Nakahava., 2003). De nombreuses études ont été réalisées en vue de l'estimation du pouvoir antiseptique des huiles essentielles depuis très longtemps.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet acaricide de l'huile essentielle de la menthe poivrée *Mentha ×piperita* sur le *Varroa jacobsoni* parasite d'*Apis mellifera intermissa* afin de diminuer l'utilisation des acaricides chimiques qui provoque à long terme des conséquences indésirables sur l'abeille et les produits de la ruche et déterminer l'activité antimicrobienne de cette huile essentielle vis-à-vis des micro-organismes pathogènes .

Se travail est structuré en deux parties importantes , une première partie d'une synthèse bibliographique sur la plante utilisée ,l'abeille et le parasite *Varroa jacobsoni* est réalisé . La deuxième partie est consacrée à la présentation des résultats de l'étude de l'effet acaricide d'huile essentielle de la plante utilisée , ses analyses antimicrobiennes et sa discussion.

Partie I
Synthèse
bibliographique

Chapitre 1

Données générales sur les huiles essentielles et la plante utilisée

1.1 Introduction à l'aromathérapie

Les plantes aromatiques ont été employées pendant des siècles, possédant faculté de synthèse des essences. Ces plantes sont utilisées dans une approche thérapeutique qui est l'aromathérapie. Le mot aromathérapie vient du latin « aroma » signifiant odeur et du grec « therapeia » signifiant traitement. Littéralement le terme se définit comme la partie de la phytothérapie qui utilise les huiles essentielles.

Dans le domaine médical, ce mot se définit comme une thérapeutique utilisant les huiles essentielles végétales par voie interne ou externe (**Lardry et Haberkorn.,2007**).

L'aromathérapie est un néologisme créé par le chercheur René Maurice Gattefossé en 1928 (**Chabert (2013)**), le chimiste est un bâtisseur de la recherche scientifique sur les huiles essentielles, commença ses recherches sur le pouvoir de guérison des huiles essentielles après avoir brûlé sa main dans son laboratoire et l'avoir immergée dans l'huile de lavande, il a été impressionné par la rapidité de guérison de sa brûlure (**Pitman (2004)**) et le médecin Jean Valeta a utilisé des huiles essentielles pour soigner les soldats blessés de l'armée française pendant la seconde guerre mondiale.

Marguerite M, un biochimiste autrichien a utilisé des huiles essentielles pour les prestations cosmétiques dont les résultats de ses recherches sont encore considérés comme une importante base de l'aromathérapie dans le monde entier (**Kesbi .,2011**).

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 (**Boukhatem et al.,2010**).

1.2 Définition des huiles essentielles

Malgré l'usage courant de ce terme « huile essentielle », il est très difficile de lui donner une seule définition, car ses domaines d'application sont divers que l'on ne peut avoir une seule définition qui englobe et qui reflète toutes ses caractéristiques.

Les huiles essentielles sont obtenues par distillation de substances aromatiques d'origine végétale. Ces huiles sont à la base de l'industrie des parfums et des cosmétiques (**Quevailliers et al.,2007**).

Selon la pharmacopée européenne (2008) une huile essentielle est un « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière végétale botaniquement

définie, soit par un procédé mécanique sans chauffage. Une huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition. »

D'après **Teuscher et al., (2005)**, les huiles essentielles sont des mélanges de composés lipophiles ,volatils et le plus souvent liquides, synthétisés et stockés dans certains tissus végétaux spécialisés ,elle sont responsables de l'odeur caractéristique de la plante. Les HE appelés encore « essence » ou « essence aromatique végétales » sont des substances odorantes, volatiles et consistance huileuse, contenus dans les plantes (**Lardy et Haberkon.,2007**).

Les huiles essentielles sont des composés liquides très complexes. Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie qui est Aromathérapie (**Benayad., 2008**).

Une huile essentielle appelée aussi essence est un mélange de substances aromatiques volatiles peu complexe issue et produit par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytopathogènes (**Lahlou., 2004**).

Une huile essentielle est une substance liquide, odorante, volatile, de consistance huileuse, offrant une forte concentration en principes actifs (**Lardry et Haberkorn (2007)** ; elle représente l'essence de la plante, autrement dit son parfum (**Bonnafous., 2013**).

1.3 Propriétés et activités biologiques des huiles essentielles

Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie: l'aromathérapie.

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses, cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre (**ilammoudi, 2008; Ferhat et al, 2009**).

a. Antibactérienne : Selon **Benayad (2008)**, les phénols (carvacrol, thymol) possèdent le coefficient antibactérien le plus élevé, suivi des monoterpénols (géraniol, menthol, terpinéol), aldéhydes (néral, géraniale), etc.

b. Antivirale : Les virus donnent lieu à des pathologies très variées dont certaines posent des problèmes non résolubles aujourd'hui, les huiles essentielles constituent une aubaine pour traiter ces fléaux infectieux, les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques (**Benayad., 2008**).

c. Antifongique : Les mycoses sont d'une actualité criante, car les antibiotiques prescrits de manière abusive favorisent leur extension, avec les huiles essentielles on utilisera les mêmes groupes que ceux cités plus haut, on ajoutera les sesquiterpéniques et les lactones sesquiterpéniques. Par ailleurs, les mycoses ne se développent pas sur un terrain acide. Ainsi il faut chercher à alcaliniser le terrain (**Benayad., 2008**).

d. Antiparasitaire : Le groupe des phénols possède une action puissante contre les parasites (**Benayad., 2008**).

e. Antiseptique : Les aldéhydes et les terpènes sont réputés pour leurs propriétés désinfectantes et antiseptiques et s'opposent à la prolifération des germes pathogènes (**Benayad., 2008**).

D'après **Endrias(2006)**, les huiles essentielles possèdent de nombreuses propriétés thérapeutiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine fongiques et bactériennes.

Dans l'ensemble, l'activité biologique d'une huile essentielle est liée à sa composition chimique, aux groupement fonctionnels des composées majoritaires et minoritaires (**Zhiri.,2006**).

1.4 Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

Concernant les propriétés physico-chimiques les huiles essentielles forment un groupe homogène **Bruneton(1999)** les principales caractéristiques sont :

- Liquide à température ambiante
- Volatiles et très rarement colorées
- Une densité est en général inférieure à celle de l'eau.
- Solubles dans les solvants organiques usuels ; elles sont liposolubles
- Entraînables à la vapeur d'eau ; mais très peu solubles dans l'eau.
- Douées d'un pouvoir rotatoire puisqu'elles sont formées principalement de composés asymétriques.
- Elles sont volatiles, ce qui les différencie des huiles fixes (**Roux et Catier., 2007**).

Les huiles essentielles sont constituées de molécules aromatiques de très faible masse moléculaire (**Degryse et al., 2008**). Elles sont liquides à température ambiante mais aussi volatiles, ce qui les différencie des huiles dites fixes. Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques usuels ainsi que dans l'alcool, entraînables à la vapeur d'eau mais très peu solubles dans l'eau (**Couic-Marinier et al., 2013**).

Elles présentent une densité en général inférieure à celle de l'eau et un indice de réfraction élevé (**Desmares et al., 2008**). Elles sont pour la plupart colorées : ex : rougeâtre pour les huiles de cannelle et une variété de thym, jaune pâle pour les huiles de sauge sclarée et de romarin. Elles sont altérables et sensibles à l'oxydation ; Par conséquent, leur conservation nécessite de l'obscurité et de l'humidité (**Couic-Marinier et al., 2013**).

1.5 Composition chimique

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes énormément variables de constituants qui appartiennent de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes le groupe des terpénoïdes d'une part et celui des composés aromatiques dérivés du produits issus de processus dégradatifs mettant en jeu des constituants non volatils. (**Sell .,2006**).

1.5.1 Les terénoïdes : Ils sont issus d'une voie métabolique secondaire de l'acide mévalonique. Suivant le nombre n entier d'unités pentacarbonées (C^5 Ramifiées, dérivés du 2-méthyl-1,3-butadiène (isoprène). Ils dérivent d'une structure de base à cinq carbones (C_5H_8), communément appelée isoprène (**Calsamiglia et al., 2007**) . Selon le nombre répétitif de cette unité, les terpénoïdes sont classés en : monoterpénoïdes (C_{10}), sesquiterpénoïdes (C_{15}) et diterpénoïdes (C_{20}). Dans la composition de la plupart des huiles essentielles les monoterpénoïdes et les sesquiterpénoïdes forment la majeure partie (**Combrinck et al.,2007; Karray-Bouraoui et al., 2009**).

1.5.2 Composés aromatiques

Il sont moins abondants que les terpénoïdes. Ce sont des arènes issues d'une voie métabolique secondaire dite de l'acide shikimique, que l'on trouve dans les huiles essentielles du clou de girofle, de la vanille la cannelle, du basilic, de l'estragon, etc. . (**Bruneton.,1993**). Néanmoins, certaines plantes possèdent ces composés avec des proportions significatives.

Les phénylpropanoïdes dérivent majoritairement de la phénylalanine (**Khenaka .,2011**). Ils sont constitués d'une chaîne carbonée liée à un noyau aromatique à six carbones (**Calsamiglia et al., 2007 ; Khenaka., 2011**).

1.5.3 Composés d'origines diverses

Il s'agit la des différents produits résultant de la transformation de molécules non volatiles ces composés contribuent souvent aux arômes de fruits (**Bruneton.,2009**).

L'étude de la composition chimique des huiles essentielles révèle qu'il s'agit de mélanges complexes et éminemment variables de constituants appartenant exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : les composés terpéniques tels que les monoterpènes et terpènes sesquiterpéniques ,et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquents comme l'alcool cinnamique. Elles peuvent également renfermer divers produits issus de processus dégradatifs mettant en jeu des constituants non volatils comme les acides, alcools, aldéhydes, esters, etc.) (**Bakkali et al., 2008 ; Couic-Marinier et al., 2013**). La biosynthèse des constituants de ces huiles essentielles emprunte deux voies utilisant comme intermédiaires soit l'acide mévalonique, soit l'acide shikimique respectivement pour les terpenoïdes et les phénylpropanoïdes (**Singh et al., 1990**).

1.6 Domaine d'utilisation des huiles essentielles

Quel que soit le mode d'utilisation, les huiles essentielles prolongeront leur action tous les plans grâce à leur volatilité et a leur extraordinaire pouvoir de pénétration. De nos jours, les huiles essentielles sont utilisées dans divers domaines

1.6.1 En parfumerie et cosmétique

Les huiles essentielles sont utilisées dans l'industrie des produits de beauté, parfums, articles de toilette et produits d'hygiène . L'utilisation des huiles essentielles dans les crèmes et permet de conserver ces cosmétique grâce à leurs pouvoirs antiseptiques et antioxydants, tout en leur procurant une odeur agréable (**Varags et al., 1999**).

1.6.2 En pharmacie

Le contenu des plantes en essence et la nature chimique des constituants leurs confèrent de grandes perspectives d'application, ces substances sont d'un grand intérêt pour le domaine médicale et pharmaceutique.

En effet, les huiles essentielles ont un champ d'activité très large, elles inhibent la croissance des bactéries, et des levures (**Duarte et al., 2005**) et également des moisissures (**Koba et al., 2004**), de plus elles sont très efficaces sur les microorganismes résistants aux Antibiotiques.

D'après **Bruneton(1993)**, leurs propriétés pharmacologiques leur confèrent une utilisation médicale. Les huiles essentielles ont :

- **Un pouvoir antiseptique**

Contre des bactéries variées ainsi que des champignons et levures.

- **Des propriétés spasmolytiques et sédatives**

Certaines drogues a huile essentielle (menthe, verveine) sont réputées efficaces pour diminuer les spasmes gastro-intestinaux. L'amélioration de certaines insomnies et de troubles Psychosomatiques divers est également notée.

- **Des propriétés irritantes**

De nombreuses crèmes, pommades a base d'huile essentielle sont destinées a soulager entorses, courbatures ouclaquages musculaires.En effet, par voie externe, certaines huiles essentielles augmentent la microcirculation, induisent une sensation de chaleur et dans certains cas une légère a nesthésie locale.

1.6.3 En thérapeutique

Les huiles essentielles sont utilisés en milieu clinique pour soigner des maladies inflammatoires, telles que les rhumatismes, les allergies, l' arthrite et pour traiter cetaines maladies internes et externes,comme les infections d'origine bactérienne ou virale, les troubles humoraux ou nerveux (**Maruyama et al., 2005**).

- **Activité antibactérienne**

les plantes n'ont pas un système immunitaire proprement dit qui peut identifier une infection spécifique, leurs propriétés antimicrobiennes sont généralement efficaces contre une large gamme de microorganisme, ces propriétés sont utiles pour les infections chez les humains (**Remmal., 1993 ; Chami., 2005 ; Caillet et al., 2009**).

- **Activité antifongique**

le pouvoir antifongique des huiles essentielles des plantes médicinales a été mis en évidence par de nombreux chercheurs contre les champignons pathogènes et opportunistes

(Bellerbeck., 2002).

1.6.4 Industries agroalimentaires

Certaines drogues sont utilisées en nature (épices et aromates), d'autre sous forme d'huile essentielle ou de résinoides dispersés, encapsulés ou complexe. Si la réfrigération et d'autres moyens de conservation se sont substitués aux épices pour assurer la conservation des aliments, le développement de nouvelles pratiques culinaires (plats préparés, surgelés), le gout pour l'exotisme et les qualités gustatives, conduit a une rapide augmentation de la consommation de ce type de produits. On note leur intégration dans : les boissons non alcooliques, les confiseries ,les produits laitiers, les sauces, les snacks, les boulangeries ,ainsi que la nutrition animale**(Bruneton.,1993).**

1.6.5 En agriculture

Les pesticides naturels basés, notamment, sur les huiles essentielles représentent une altérative intéressante pour la protection des cultures contre les insectes mais également contre les adventices et les champignons **(Isman., 2000 ; Dayan et al., 2009)**. Les huiles essentielles sont utilisées comme agent de lutte biologique dans plusieurs cas y compris le cas de niébé infectée par *Callosobruchus maculatus* **(lboudo., 2009)**.

Tableau 01: Exemples de la diversité d'applications des huiles essentielles (**Grysole, 2005**).

Huiles essentielles	Parfumerie		alimentation	Médecine
	Cosmétiques	Technique		
basilic	Parfum		Arôme pour sauces et condiments	Antispasmodique régulateur du système
Citronnelle		Arôme pour savons, désinfectant, éloigne les insectes	Arôme pour boisson et sucreries	
eucalyptus			Arôme pour boissons, sucreries, crèmes glacées	Anti-inflammatoire
géranium	parfum		Arôme pour sucreries, chewing-gum	Anti-spasmodique, relaxant
Lemongrass				Vasodilatateur, sédatif
menthe poivrée		Saveur pour dentifrice	Saveur pour liqueurs, glaces, chewing-gum, chocolat	Antalgique, anesthésique, tonique, stimulant du système nerveux
menthe verte			Saveur pour boissons sucreries, crèmes glacées	Saveur pour les sirops

1.7 Toxicité des huiles essentielles

Certaines huiles essentielles sont supposés être toxiques même a faibles doses. Selon **Hubert(1992)**, ceci a poussé le chercheur Pierre Franchomme a décortiquer les huiles essentielles pour en comprendre l'impact, molécule par molécule. Son travail porte d'abord sur la toxicité

réelle de ces molécules sur différentes cellules de l'organisme ; ensuite, il mesure l'impact de ces molécules sur les récepteurs cellulaires, afin de modifier l'action des cellules et de renforcer l'immunité au lieu de la déprimer. En général, chez l'homme, l'ingestion de 10 a 30 ml d'huile essentielle peut être mortelle.

Aussi, l'absorption orale des huiles essentielles riches en monoterpènes sur de longues périodes peut enflammer et détériorer à terme, les néphrons (les unités fonctionnelles du rein). C'est ce que l'on nomme une néphrotoxicité **(Cuic Marinier et al., 2013)**.

De plus l'usage des huiles essentielles en application locale, en parfumerie ou en cosmétique, peut générer des irritations, allergies voir photosensibilisation. C'est le cas de l'huile essentielle de Thym, d'Origan, de la Sarriette (huiles riches en thymol ou en carvacrol) qui sont connues pour leur pouvoir irritant et agressif **(Bakkali et al., 2008)**

Les études scientifiques montrent que les huiles essentielles peuvent présenter une certaine toxicité. Il faut cependant remarquer que celle-ci varie selon la voie d'exposition et la dose prise **(Degryse et al., 2008)**.

Les huiles essentielles semblent n'être toxiques par ingestion que si celle-ci est faite en de grandes quantités et en dehors du cadre classique d'utilisation. Les huiles ne seront toxiques par contact que si des concentrations importantes sont appliquées **(Degryse et al., 2008)**. Selon **Englebin (2011)**, les huiles essentielles sont des substances très puissantes et très actives, c'est la puissance concentrée du plant aromatique, il ne faut donc jamais exagérer les doses, quelque soit la voie d'absorption, car toute substance est potentiellement toxique à dose élevée ou répétée. Paracelse à dit: "rien n'est poison, tout est poison, tout dépend de la dose "Il faut également savoir qu'une période trop prolongée provoque l'inversion des effets et fou l'apparition d'effets secondaires indésirables.

1.8 Procédés d'extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont obtenues avec des rendements très faibles (de l'ordre de 1%) ce qui en fait des substances fragiles, rares, et précieuses. Ainsi les différentes techniques d'extraction des huiles essentielles ou extraits aromatiques doivent d'une part, tenir compte de ces caractéristiques et d' autre part, apporter des performances quantitatives satisfaisantes.

1.8.1 La distillation

Il existe 03 différents procédés utilisant le principe de la distillation : l'hydrodistillation, l'hydrodiffusion, et l'entraînement à la vapeur d'eau.

1.8.1.1 L'hydrodistillation

Il s'agit de la méthode la plus simple et la plus anciennement utilisée. La matière végétale est immergée directement dans un alambic rempli d'eau, placée sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolysât par simple différence de densité. L'huile essentielle étant plus légère que l'eau. Elle surnage au-dessus de l'hydrolysât. Cependant l'hydrodistillation possède des limites. En effet, un chauffage prolongé et trop puissant engendre la dégradation de certaines molécules aromatiques (Lucchsi, 2005).

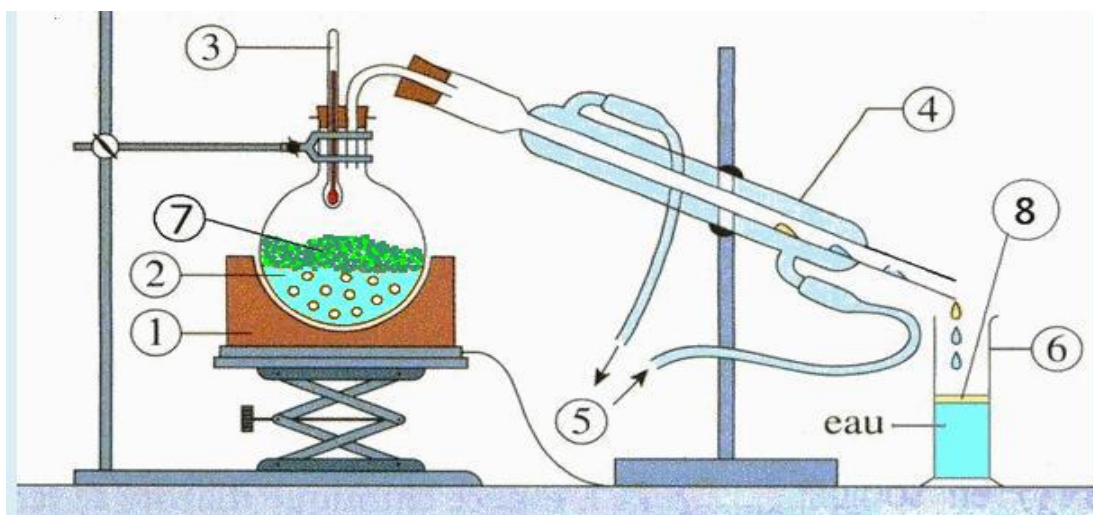


Figure 01 : Schéma d'un montage d'hydrodistillation (Cazau-Beyret, 2013).

Légende : (1) Chauffe-ballon ; (2) eau en ébullition ; (3) 3-thermomètre ; (4) réfrigérant à eau ; (5) arrivée et sortie d'eau ; (6) éprouvette graduée ; (7) matériel végétal ; (8) huile essentiel ou essence.

1.8.1.2 La distillation par entraînement à la vapeur d'eau

Dans ce type de distillation le matériel végétal ne macère pas directement dans l'eau il est placé sur une grille perforée au travers de laquelle passe la vapeur d'eau la vapeur endommage la structure des cellules végétales et libère ainsi les molécules volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant. Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en

minimisant les altération hydrolytiques (**Von Rothenberg.,1910 ;Guenther 1972.InNacer-Bey., 2003**).

1.8.1.3 Distillation mixte

La distillation mixte est un processus couplant l'entraînement a la vapeur d'eau et l'hydrodistillation .au cours de l'extraction ,la matière végétale baignant dans l'eau bouillante est traversée par un courant de vapeur d'eau . les divers phénomènes d'extraction se trouvent combinés.il semble que ce procédé a pour principal avantage de diminuer les réactions secondaires subies par l'huile essentielle sous l'action de l' eau acide (**Von- Rothenberg. , 1910 ; Guenther., 1972 . In Nacer-Bey. ;2003**)

1.8.1.4 L'hydrodiffusion

Cette technique est relativement récente .elle consiste a faire passer du haut vers le bas, et a pression réduite la vapeur d'eau au travers la matière végétale. L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc, moins de dommageable pour les composés volatils.

1.8.2 L'extraction par solvant

1.8.2.1 L'extraction par solvants volatils

L'extraction par solvant organique volatil reste la méthode la plus pratiquée . Les solvants les plus utilisés a l'heure actuelle sont l'hexane, le cyclohexane, l'ethanol, le méthanol, le dichlorométhane et l'acétone 25 le solvant choisi, en plus d'être autorisé devra posséder une certaine stabilité face a la chaleur, la lumière ou l'oxygène, sa température d'ébullition sera de préférence basse afin de faciliter son élimination, et il devra pas régir chimiquement avec l'extrait. L'extraction est réalisée avec un appareil de soxhlet ou un appareil de Lickens-Nickerson.

La technique d' extraction par solvant volatil consiste a placer dans un extracteur la matière végétale a traiter et un solvant. Grace a des lavages successifs, le solvant va se charger en huiles essentielles, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé sous pression atmosphérique (**El Haib .,2011**)

1.8.2.2 L'épuisement par solvants fixes

1.8.2.2.1 Enfleurage

C'est une méthode fortement développée dans la région de Grasse (France) avant l'introduction de l'extraction au moyen de solvants volatils. Le procédé d'enfleurage utilise

la propriété qu'ont les graisses d'absorber très facilement les émanations parfumées des fleurs sans interrompre complètement leur vie.

En effet, certaines leur continuent leurs activités au-delà de leur cueillettes. Ce phénomène fut étudié par PASSY et plus tard par HESS. Le succès de cette extraction à froid par enfleurage dépend selon **Naves (1974)**, essentiellement de la qualité de la graisse employée. Celle-ci ne doit présenter aucune odeur, mais en revanche, elle doit posséder une certaine consistance (surface semi-dure) afin de faciliter l'élimination des fleurs épuisées. Les pétales de fleurs sont déposés, à la température ambiante, sur des plaques de graisses solides sur lesquelles, elles séjournent de 24 à 78 heures. Les essences de fleurs sont récupérées sous forme de pommades, qui sont ensuite chauffées et filtrées.

1.8.2.2.2 Macération

La macération se fait à température ambiante, la macération utilise les mêmes graisses, mais à chaud, ce qui a pour effet d'augmenter leur pouvoir absorbant. **Naves (1974)** et **Nacer-Bey (2003)**, expliquent donc que cette opération a l'avantage d'être rapide, de sorte qu'elle s'applique préférentiellement aux fleurs qui cessent leurs activités physiologiques de développement au moment de la cueillette. L'extraction se fait par immersion de fleurs fraîchement cueillies et constamment renouvelées dans un bac de graisse chaude jusqu'à saturation de cette dernière. Un épuisement à l'alcool absolu est généralement effectué sur cette graisse saturée.

1.8.3 Extraction par CO₂ supercritiques

Le terme supercritique signifie que le CO₂, sous pression et à une température de 31 °C, se trouve entre l'état liquide et l'état gazeux. Lorsqu'il est dans cet état, il est capable de dissoudre les HE. La matière végétale est chargée dans l'extracteur où le CO₂ supercritique est introduit sous pression et réfrigéré. Le mélange est ensuite recueilli dans un vase d'expansion où la pression est considérablement réduite. Le CO₂ s'évapore et il ne reste plus que l'HE qui est proche du naturel.

et sans trace de solvant de plus le CO₂ et non toxique, incolore, inodore et inflammable, ce qui permet des conditions de sécurité supérieures **(Baysal et Starmans .,1999)**.

1.8.4 L'expression a froid

Ce mode d'obtention ne s'applique qu'aux fruits d'agrumes (*Citrus ssp*). Par des procédés mécaniques a température ambiante .Le procédé consiste a exercer sous un courant d'eau une action abrasive sur toute le surface du fruit. Après élimination des solides, l'HE est séparée de la phase aqueuse par centrifugation **(Wilson.,2002)**.

1.8.5 L'extraction assistée par micro-ondes

L'extraction assistée par micro-ondes est une nouvelle technique qui combine l'utilisation des micro-ondes et d'autres méthodes traditionnelles. Dans ce procédé, la matière végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée a partir de l'eau propre a la plante .Ils sont ensuite récupérés a l'aide des procédés classiques condensation, refroidissement et décantation. Des études démontrent que cette technique possédés plusieurs avantages tels que le gain de temps d'extraction, utilisation de petites quantités de solvant, et un rendement d'extraction élevé **(Hemwimon et al .,2007)**.

1.9 Conservation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances sensibles et très délicates, ce qui rend leur conservation difficile et obligatoire dans le but de limiter les risques de dégradation, ces dégradations peuvent modifier leurs propriétés si elles ne sont pas enfermées dans des flacons opaques à l'abri de la chaleur et de la lumière **(Valnet., 2000)**.

2 .La menthe poivrée

Agréablement adaptée à une abondance de propriétés et d'utilisations topiques et orales, la menthe poivrée (*Mentha x piperita*) peut être l'huile essentielle la plus polyvalente. Elle prête à une saveur délicate et une couleur vert-jaune ou vert clair rafraîchissante **(Abadlia et Chebbour., 2014)**. La menthe était connue des égyptiens qui la cultivaient et des japonais qui utilisaient le menthol depuis plus de 2000 ans. Hippocrate decrit ses vertus stomachiques et diurétiques et Charlemagne en impose la culture parmi d'autres plantes a essences **(Benayad., 2008)**.



Figure 02 : La menthe poivrée ou *Mentha x piperita* (Gayda., 2013).

2.1 Description botanique

La Menthe poivrée (*Mentha x piperita*) est une plante herbacée de la famille des Lamiacées. Ce type de menthe est hybride de la menthe aquatique (*Mentha aquatica*) et de la menthe verte (*Mentha spicata*), qui ont des vertus médicinales semblables. C'est une plante vivace par son rhizome qui se propage sous terre ; elle se propage également par stolons (Baudoux., 2002).

Ses feuilles mesurent de 4 à 10 cm de long, elles sont ovales, vert foncé et se teignent de nuances rougeâtres au soleil et de rouge cuivre à l'ombre. Elles sont recouvertes de gros poils sécréteurs arrondis dans lesquels s'accumulent les substances volatiles odorantes. Ses tiges sont violacées de section carrée, ses fleurs se trouvent tout en haut de la plante et sont rose violet. Sa hauteur en cm est de 10 à 14 cm (Fig. 02) (Benayad., 2008).

Mentha x piperita est un hybride issu d'un croisement spontané entre *Mentha aquatica* (la menthe aquatique) et *Mentha spicata* (la menthe verte), c'est à ce titre qu'une petite croix sépare le nom de genre (*Mentha*) du nom de l'hybride issu du croisement (*piperita*) (Baudoux., 2002). Elle doit son nom latin (*piperita*) à son odeur très caractéristique fortement poivrée et froide, en raison de l'huile essentielle que contiennent ses feuilles.

Elle est rampante, à tiges quadrangulaires, ascendantes, pouvant atteindre 1,20 m de haut, ses feuilles sont opposées, ovales, aiguës et dentées, généralement d'une belle couleur verte, souvent ridées, parfois duveteuses, à partir desquelles se dégage une forte odeur caractéristique facilement reconnaissable. Les fleurs, qui poussent en grappes à l'aisselle des feuilles sont de couleur rose, les tiges sont de couleur pourpre (Morigane., 2007)

2.2 Nomenclature et taxonomie

Le nom de la menthe vient du grec « *Minthe* », nom d'une nymphe transformée en fleur par Proserpine et de "*piperata*" qui signifie "*poivrée*". La menthe est l'une des espèces les plus célèbres parmi les plantes médicinales (**Baudoux, 2002**).

Selon **Quezel et Santa 1963**, la classification de la menthe est la suivante :

- **Règne** : Plantae ;
- **Division** : Magnoliophyta ;
- **Classe** : Magnoliopsida ;
- **Ordre** : Lamiales ;
- **Famille** : Lamiaceae ;
- **Genre** : *Mentha* ;

Nom binominal : *Mentha x piperita*

2.3 Répartition géographique

On cultive la menthe poivrée en Europe, en Asie, en Afrique du nord et en Amérique de nord. On la trouve un peu partout en Europe ainsi qu'en Amérique. Elle affectionne les sols humides ou, au contraire, secs, en fait, cela dépend de l'espèce.

On plante, en général, la menthe poivrée en mars, avril. On peut la bouturer en mars, juillet et aout. On la récolte en mai, juin, juillet, aout, septembre et octobre. Elle doit, de préférence, être plantée dans un endroit ensoleillé. Elle nécessite un sol draine, fertile et frais, riches en calcaire et en argile. Elle requiert un pH entre 6 et 7. Elle se reproduit grâce a des stolons (**Abbas., 2005**).

2.4 Place de la menthe en phytothérapie

Il existe de nombreuses espèces de menthe. En dehors de la *Mentha pulegium* qui peut être dangereuse pour la sante dans la mesure où elle contient une substance toxique, toutes les autres menthes ont des vertus médicinales similaires .

La menthe poivrée est utilisée depuis fort longtemps en nature et pour son huile essentielle. Chez les égyptiens, elle était conseillée contre les nausées. Il suffisait de passer un peu de menthe sous les narines (**Logan et al., 2002**).

Chez les romains, ils l'utilisaient pour aromatiser du vin et des sauces mais également pour soulager les maux de tête et d'estomac. A la renaissance, on l'utilisait contre les vomissements et

les maux de tête et depuis toujours, les arabes boivent du the a la menthe pour calmer la soif et pour sa vertu antiseptique (**Bowen et Cubbin, 1992 ; Briggs, 1993**).

Ses propriétés, antispasmodique et antiseptique (**Carnesecchi et al., 2001 ; Forster et al., 1980**), calme la toux, soigne les névralgies, soulage les douleurs sciatiques ou dentaires, calme la paroi interne de l'estomac, aide a accélérer la digestion, stimule la sécrétion biliaire. La menthe sert pour calmer les spasmes intestinaux, les crampes digestives, les nausées, les ballonnements. C'est aussi un vermifuge et un stimulant du système nerveux (**Duband et al., 1992**).

Le menthol est une huile essentielle qui a un effet antibactérien et antioxydant, cette huile est souvent utilisée dans les dentifrices et les bains de bouche (contre les névralgies dentaires) ainsi elle soulage les migraines. En usage externe, utilisée comme pommade ; efficace contre le rhume. Elle est utilisée aussi pour éloigner les moustiques (**McKay et Blumberg., 2006**).

2.5 Origine et culture

La menthe poivrée est originaire du Moyen-Orient et vraisemblablement d'Asie. En effet, elle se rencontre sur tous les continents et s'adapte à tous les climats hormis les plus extrêmes. Elle aime les terrains frais, argileux et calcaires (**Zybak., 2000**).

Cette plante est presque cultivée dans l'ensemble des régions du monde : en Europe, en Asie (Russie, Kirghizstan, Turkménistan, Chine, Japon, Inde), en Australie, en Afrique du Nord (Maroc, Kenya, Tanzanie, Angola) et en Amérique (Canada, États-Unis, Brésil, Argentine, Chili).

Sa culture est faite essentiellement pour produire de l'huile essentielle. Les quatre principaux pays producteurs d'huile essentielle de la menthe poivrée sont : l'Inde, l'Italie, l'Argentine et l'Australie.

2.6 Composition chimique

La composition chimique de l'huile essentielle extraite de *Mentha x piperita* est très complexe, elle a fait l'objet de plusieurs études. D'après **Aflatuni (2005)**, plus de 200 constituants ont été identifiés par (**Chialva et al., 1993**).

Les principaux constituants sont : Le menthol (monoterpénol) : 35 à 70 % et la menthone (cétone) : 20 à 30 %, et d'autres composés minoritaires tels que la menthofuranne : 1 à 2 %, les monoterpènes : 2 à 18 %, les sesquiterpènes : 6 %, les esters (Acétate de menthyle) : 2 à 10 %, les oxydes (cinéole) : 5 à 10 %, entre autres (**Abadlia et Chebbour., 2014**).

Cependant, la composition chimique de la menthe poivrée est susceptible d'évoluer en fonction des conditions de production (assises de sol, régions, conditions climatiques et environnementales, ..)

2.6.1 Le menthol :

2-(2-Propyl)-5-méthyl-1-cyclohexanol, c'est un composé organique de formule moléculaire $C_{10}H_{20}O$, avec une fonction d'alcool secondaire (le groupe hydroxyle OH est porté par un carbone lié à deux autres carbones).

2.6.1.1 Effets du Menthol :

La capacité du menthol est de déclencher chimiquement les récepteurs de la peau sensibles au froid. Il est responsable de la sensation de refroidissement lorsque l'on se frictionne la peau avec. Il a deux effets différents :

- D'une part, c'est un anesthésiant, c'est-à-dire qu'il est capable de supprimer la sensibilité localement (notamment la douleur). Par exemple, les fabricants de cigarettes l'utilisent car sa présence en faible dose dans une cigarette rend la fumée avalée moins agressive pour la gorge.
- D'autre part, c'est un antiseptique, c'est-à-dire que c'est une substance qui tue ou prévient la croissance des bactéries et des virus sur les surfaces externes du corps.

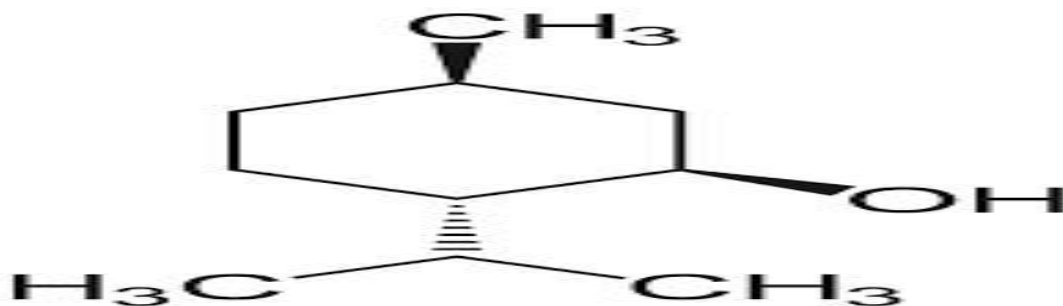


Figure 03 : Structure chimique du menthol (Bakkali et al., 2008).

2.6.2 La menthone :

C'est un composé organique avec pour formule moléculaire $C_{10}H_{18}O$. La menthone est une cétone, c'est-à-dire qu'elle possède une double liaison entre le carbone et l'oxygène. Dans la plupart des huiles essentielles, c'est un composé secondaire, elle a d'abord été synthétisée par l'oxydation du menthol en 1881 avant d'être trouvée dans les huiles essentielles en 1891.

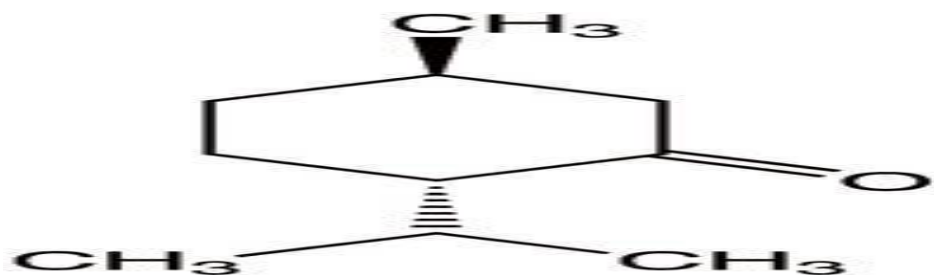


Figure 04 : Structure chimique de la menthone (Bakkali et *al.*, 2008).

2.6.2.1 Effets de la menthone :

- La menthone a un effet anti-inflammatoire grâce à sa fonction cétone ; de plus, elle est une molécule de petite taille donc elle peut facilement traverser l'épiderme en cas d'application locale ; mais dans tous les cas, elle est capable d'atteindre les alvéoles pulmonaires.

- Elle est cholagogue, c'est-à-dire qu'elle est une substance permettant de faciliter l'évacuation de la bile stockée dans la vésicule biliaire en participant à la digestion des graisses, ce qui facilite la digestion.

En revanche, elle ne reste pas longtemps dans l'organisme car elle est vite éjectée du corps par l'urine, les selles, la sueur ou la respiration

Tableau 02 : Principales caractéristiques du menthol et de la menthone (Sustrikova et Salamon., 2004).

	Menthol	Menthone
Couleur	Blanc	Incolore
Masse molaire (g/mol)	156	154
T° d'ébullition (°C)	215	209
T° de fusion (°C)	43	-6,5
Aspect à T° ambiante	solide	liquide

2.7 Utilisations et propriétés biologiques

Mentha x piperita présente des vertus médicinales connues depuis l'antiquité. De nos jours, son huile essentielle est utilisée en médecine traditionnelle, dans les préparations alimentaires, l'industrie alimentaire, en cosmétique, et récemment des études scientifiques montrent un intérêt promoteur quant à son utilisation en pharmacologie et médecine moderne.

Cette huile essentielle est responsable de l'odeur puissante de la Menthe poivrée. Les feuilles de bonne qualité sont destinées à un usage pharmaceutique contiennent plus de 9 ml d'huile essentielle par kilogramme de feuilles sèches (**Bruneton., 2009**). Antalgique et anesthésiant (**Leporatti et Ivancheva .,2003**). Elle sert au traitement de la nausée, de la diarrhée et du syndrome du colon irritable (**Karousou et al.,2007**)

2.8 Effets thérapeutiques - aromathérapie

➤ Maux de tête, céphalée, migraine, mémoire

En friction sur les tempes et sur le front, l'huile essentielle de la menthe poivrée, par ses propriétés céphaliques, calme les maux de tête et les céphalées, prévient la migraine et stimule le système nerveux.

Elle aide la mémoire et permet de retrouver la concentration en cas de surmenage Intellectuel (**Alankar., 2009 ; Kligler et Chaudhary., 2007**).

Plusieurs facteurs tels que la qualité de la mémoire, la vitesse de réaction (le réflexe), l'acuité mentale ont fait l'objet d'études et ont montré que l'huile essentielle de la menthe poivrée produit une importante qualité globale de la mémoire. Dans une expérience, des volontaires ont été mis dans une ambiance imprégnée de vapeur d'huile essentielle de la menthe poivrée avant de subir des tests psychotechniques (**Moss et al., 2008**).

Actuellement des études sont menées afin de voir les effets de l'huile essentielle de la menthe poivrée sur l'amélioration des capacités mentales, le traitement de certains désordres mentaux, ainsi que la maladie d'Alzheimer (**Fox et al., 2012**).

➤ Gastroentérologie, Dyspepsie, Colon irritable

L'huile de la menthe poivrée a une action positive au niveau de l'estomac, du foie et des intestins. Elle est très efficace en cas de digestion lente, de nausée et d'irritation du côlon (**Rita et Animesh, 2011; Shah-Punit et D'Mello, 2004 ; Shams et al., 2015**).

Des comprimés entérosolubles à base d'huile essentielle de la menthe poivrée provoquent une relaxation du muscle conduisant à des réductions de spasme colique pendant l'exploration par colonoscopie. La restauration de la flore intestinale détériorée par la prise d'antibiotiques et un soulagement des troubles gastro-intestinaux ont été relevés chez certains patients ayant été traités par ces comprimés (**Logan-Alan et al., 2002**).

En cas de constipation ou de digestion lente, l'administration de l'huile essentielle de la menthe poivrée permet une amélioration et même une accélération de la digestion.

➤ **Pneumonie**

L'huile essentielle de la menthe poivrée est souvent utilisée pour traiter les inflammations des voies respiratoires (toux, rhume, sinusite) ou en cas de fièvre. Sa vapeur inhalée est utilisée pour traiter les congestions nasale et bronchique (**Balakrishnan., 2015; Shah-Punit et D'Mello., 2004**).

L'huile essentielle de la Menthe poivrée est même utilisée dans le traitement de la tuberculose pulmonaire (**Rita et Animesh., 2011**).

➤ **Cardiologie**

En application externe, l'huile de la menthe poivrée est traditionnellement connue pour ses effets de dilatation des vaisseaux sanguins, causant un surplus de circulation sanguine dans les parties pouvant être affectées. Des travaux ont montré un effet de vasodilatation chez certains animaux (**Balakrishnan, 2015**)

➤ **Dermatologie**

Sur la peau, elle a une action apaisante et antiseptique, souveraine en cas de dermatite, d'acné et de démangeaisons, par son effet refroidissant et analgésique (**Balakrishnan., 2015**).

Quand l'huile essentielle de la menthe poivrée est appliquée à petite dose elle procure une sensation de froid et calme la douleur. Mais appliquée à grande dose elle peut provoquer des irritations et une anesthésie locale (**Shah-Punit et D'Mello., 2004**).

➤ **Cosmétique**

Grâce à ses vertus calmantes et antibactériennes, l'huile essentielle de la menthe poivrée trouve naturellement sa place dans la composition de produits de beauté pour le visage, le corps et les cheveux (eau florale pour démaquillage, eau après rasage, lotions pour visage, champings, dentifrices,). Utilisée en bains de bouche ou en gargarismes, elle désinfecte la cavité buccale, soigne les inflammations des gencives et soulage les maux de dents.

➤ **Culinaire et industrie alimentaire**

Le goût et le parfum de la menthe poivrée, frais, fort, pénétrant et typiquement mentholé lui donne une place de choix. On retrouve son utilisation en cuisine, comme arôme et parfois dans la préparation de quelques plats où elle est finement hachée. Mais c'est plutôt son huile essentielle qui est utilisée dans l'industrie alimentaire pour parfumer bonbons, chocolats, chewing-gums et boissons.

1-ABEILLE

1.1 Généralité

L'abeille est un insecte social appartenant à la famille des hyménoptères (du grec hymen : membrane, et pteron : aile) (**Colin et Medori., 1982**). Elle vit en colonie qui fonctionne comme une véritable société dont la vie s'organise selon deux principes : la distribution de travail entre ses différents membres et la coordination de toutes les facultés individuelles.

Toutefois, l'abeille s'avère capable d'agir et de travailler en solitaire. Seule, elle se gorge de nectar, se charge de pollen, retrouve sa route, mais isolée elle meurt en quelques heures. Travailleuse infatigable ne dormant jamais, elle se conforme aux besoins de la colonie. (**Tourneret., 2007**).

La colonie d'abeille est qualifiée de monogyne, c'est-à-dire elle ne contient qu'une seule reine (**Choque.,1992**). Une colonie d'abeille se compose, pendant une belle saison, de 40.000 à 60.000 individus et chute à 15.000 voire 5000 en hiver. (**Louveaux., 1985**).

1. 2. Classification systématique de l'abeille : elle appartient au :

Règne : Animal

Sous règne : Métazoaire

Embranchement : Enthennata

Classe : Insecte

Ordre : Hyménoptère

Sous ordre : Aculéates

Super Famille : Apoidea

Famille : Apidae

Sous Famille : Apinae

Genre : Apis

Espèce : *Apis mellifera*

Sous espèce : *Apis mellifera intermissa* (**Adam., 1964**).

1.3 Les races d'abeilles

Les différentes races d'abeilles ont des caractères morphologiques et biométriques distingués. Selon **Canas et Bosacoma (1989)**, la biométrie a une importance considérable dans tout programme de développement apicole. Elle mesure et détermine les critères morphologiques permettant de distinguer, de classer les races entre elles et de diagnostiquer leur évolution (hybridations).

1.3.1 Les principales races dans le monde

Les races d'abeilles sont très nombreuses, parmi les races géographiques les plus connues, on peut citer :

- L'abeille noire, *apis mellifica mellifica*, qui peuple l'Europe occidentale et septentrional.
- L'abeille italienne, *apis mellifica ligustica*.
- L'abeille carniolienne, *apis mellifica carnicae*, qui peuple le sud-est de l'Europe mais qui est utilisée maintenant jusqu'en Allemagne
- L'abeille caucasienne, *apis mellifica caucasica*, originaire du Caucase mais élevée dans beaucoup d'autres pays en raison de ses qualités. (**Regard., 1981 et Louveaux., 1985**).

1.3.2. Les races d'abeilles algériennes

Il existe deux races d'abeilles en Algérie

- *Apis mellifeca intermissa* : ou l'abeille tellienne.
- *Apis mellifeca sahariensis* : ou l'abeille saharienne.

1.3.2.1 *Apis mellifeca intermissa*

Elle était découverte en 1906 par **Buttel et Reepen**, entre l'Atlas et la côte méditerranéenne ou atlantique sur un territoire de 2500 km de longueur.

C'est une abeille de couleur noir, productive et prolifique, résistante aux maladies et aux prédateurs, elle est très agressive et nerveuse. Pendant la période de l'essaimage, les ouvrières construisent de très nombreuses cellules royales, c'est une race présentant une nette tendance à l'essaimage. (**Beldjoudi et Benaldjia., 2006**)

1.3.2.2. *Apis mellifeca sahariensis*

Elle était découverte dans la région de Figuig par **Balden sperger (1921)**. Elle est rencontrée dans l'Afrique du Nord-Ouest et Oasis (Algérie et Sud du Maroc). Elle est de couleur ton clair mais pas jaune. C'est une race douce à une longueur inhabituelle de la langue. (**Beldjoudi. et Benaldjia., 2006**).

1.4 Morphologie générale

Le corps de l'abeille est recouvert d'un exosquelette de chitine formé de 3 couches (la cuticule, l'épiderme et membrane basale). Cet exosquelette protège l'abeille vis-à-vis du milieu extérieur. Il sert également de point d'ancrage aux différents muscles. Le corps de l'abeille est divisé en trois régions principales : la tête, le thorax et l'abdomen (**Winston., 1993**).

✚ **La tête** provient de la fusion des 6 premiers segments embryonnaires dont l'oculaire, l'antennaire, l'intercalaire, le mandibulaire et le labial. Elle porte les yeux composés, les ocelles, les antennes et l'appareil buccal.

Sa rigidité est renforcée intérieurement par un point de chitine séparant la cavité céphalique en deux parties : c'est le pilier mésocéphalique.

✚ **Le thorax** a pour origine 3 segments embryonnaires, il comprend :

- Le prothorax qui porte une paire de pattes.
- Le mésothorax qui porte une paire de pattes et une paire d'ailes.
- Le métathorax qui porte une paire de pattes et une paire d'ailes.

✚ **L'abdomen** où se situent les organes comme les glandes à cire, l'organe de Nasanove, le jabot qui dans lequel est stocké le nectar des fleurs et l'appareil venimeux. Il formé de sept segments, il est relié du thorax par le pétiole. Chaque segment comprend un tergite dorsal et une sternite ventrale. (**Paul et Colin., 1982**).

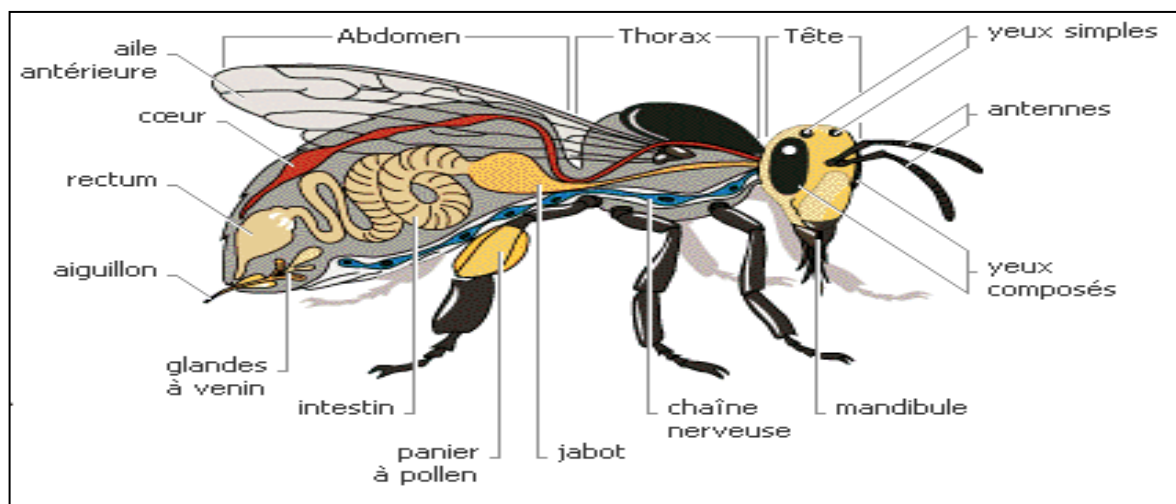


Figure 05 : Schéma d'une ouvrière

1.5. Les habitants de la ruche

La colonie d'abeilles domestiques, qu'elle soit dans une ruche aménagée par l'homme ou dans des rayons entièrement construits par elle, comprend toujours les mêmes éléments, à savoir une reine, des dizaines de milliers d'ouvrières et quelques milliers de mâles, encore appelés « faux-bourdon ». En pleine période d'activité, une ruche peut compter quarante à soixante mille membres. Chacun d'entre eux a une fonction, totalement liée à son anatomie, laquelle, chez les ouvrières dépend de facteurs environnementaux. (Claire., 2009).

1.5.1 La reine est la mère des individus de la colonie. Elle en est aussi la seule vraie femelle spécialisée dans la ponte, c'est une véritable machine à pondre. La reine déposera entre 1000 et 1500 œufs par jour dans le nid à couvain (jusque 200.000 par an).

1.5.2 Les faux- bourdons mâles de l'espèce abeille, naissent au printemps et meurent avant l'hiver. La jeune reine doit être fécondée, elle s'envole dans le ciel et s'accouple avec plusieurs mâles, les élus paieront de leur vie cet acte reproducteur. Les faux bourdons participent aussi à l'équilibre intérieur de la ruche en aidant à garder la température par leur présence. (Jean-Prost et al., 2005).

1.5.3 Les ouvrières sont des femelles incomplètement développées en nombre considérable, de 10.000 à 80.000 ouvrières par colonie. (Harun., 2007).

1.6 Stades de développement

Pendant les fortes miellées printanières, la reine pond jusqu'à 3000 œufs par jour, elle en dépose un par alvéole. L'abeille est un insecte à métamorphoses complètes (holométabole), il passe 22 jours entre la ponte et la sortie de l'alvéole comme adulte reproducteur complet (imago). La plupart des œufs sont fécondés et donneront des femelles (reine et ouvrières), les autres des faux bourdons. (Ravazzi., 2007).

1.6.1 L'œuf

Le cycle vital de l'abeille débute par un petit œuf sous forme de bâtonnet de 1,4 à 1.6 millimètres légèrement courbé enveloppé d'une membrane blanc nacré poreuse.

L'œuf est placé verticalement sur le fond de l'alvéole par l'extrémité postérieure lors de la ponte, il s'incline peu à peu jusqu'à se coucher complètement à la fin du troisième jour. Il évolue pour donner naissance à une femelle lorsqu'il y a eu fécondation ou à un faux bourdon si elle ne s'est pas produite. Dans le premier cas, les individus qui naissent sont à $2n$ chromosome = 32 (16 chromosomes ayant été fournis par le père et 16 par la mère), si non ils sont à 16 chromosomes seulement, ceux-ci provenant uniquement de la mère. (Jean-Prost et al., 2005).



Figure 06 : Œufs (Clément., 2006).

1.6.2. La larve

A l'issue du troisième jour, une larve de couleur blanc nacré sort de l'œuf. Entourée d'une cuticule inextensible, elle doit subir des mues pour se développer. D'abord couchée au fond de la cellule sur un lit de gelée royale, aliments essentiel des trois premiers jours, elle reçoit ensuite une pâtée de miel et de pollen si elle est destinée à être ouvrière, tandis que les larves royales installées dans de grandes cellules continuent à recevoir une abondante ration de gelée royale. Après cinq jours et demi chez la reine, six jours chez l'ouvrière et six jours et demie chez le mâle, la larve tisse un cocon et se transforme en nymphe. (Jean-Prost et al., 2005).



figure 07 : Larves (Clément., 2006)

1.6.3 La nymphe C'est une phase de la vie caractérisée par de grands changements de structure, la plupart des tissus larvaires sont détruits, c'est l'historique suivie d'une reconstruction de tissus propres à l'imago donnant à l'insecte son aspect définitif. (Jean-Prost et al., 2005).



Figure 08: Nymphes (Rembold et al., 1980).

1.6.4 L'imago et l'émergence

Après la mue imaginale, la jeune abeille adulte reste dans l'alvéole durant 10 à 20 heures, l'imago utilise ses mandibules pour perforer l'opercule de cire qui ferme l'alvéole. Après avoir élargi suffisamment l'entrée de l'alvéole, la jeune abeille évacue sa tête, puis son corps et émerge.

Une fois sur le rayon, l'imago étale ses ailes et antennes, laisse sécher les soies de son corps et commence ses activités. **(Sébastien., 2012)**. Le tableau suivant représente le temps nécessaire au développement des différentes castes.

Tableau 03: Le temps nécessaire au développement des différentes castes de la ruche. **(Ravazzi., 2007)**.

Individus Stades	Reine	Ouvrière	Male
Œuf	3 jours	3 jours	3 jours
Larve non operculée	5 jours ½	6 jours	6 jours 1/2
Operculation	9 ^{ème} jour	9 ^{ème} jour	9 ^{ème} jour
Larve operculée et nymphe	7 jours ½	12 jours	14 jours 1/2
Naissance	16 ^{ème} jour	21 ^{ème} jour	24 ^{ème} jour

1.7 Importance de l'abeille en agriculture

La pollinisation des abeilles produit non seulement plus de baies et de graines mais peut aussi améliorer la qualité des fruits .La pollinisation efficace des fleurs peut aussi servir à protéger les cultures contre les ravageurs. L'amélioration du poids d'un fruit grâce à une pollinisation suffisante a lieu lorsque toutes ses graines se sont développées **(Clement., 2006)**.

1.8 Cause de mortalité des colonies d'abeille

1.8.1 Facteurs abiotique

- ✓ Les agents chimiques (pesticides)
- ✓ L'environnement (aléas climatiques)
- ✓ Pratiques apicoles.

1.8.2 Facteurs biotiques

- ✓ Prédateurs,
- ✓ Parasites,
- ✓ Champignons,
- ✓ Bactéries et virus

2. Présentation du parasite le Varroas

La varroase : est une maladie parasitaire grave, très contagieuse commune à l'abeille adulte et au couvain , elle est due à un acarien hématophage se nourris du sang , la femelle de cet acarien se fixe sur l'abdomen de l'abeille et pond de 7 à 10 œufs dans une alvéole du couvain avant operculation , et le sur le tégument de la larve . Sous l'opercule , , le cycle complet de développement de l'acarien se déroule aux dépens du couvain , après l'ouverture de l'alvéole , les nouvelles femelles du varroa se fixent sur les jeunes abeilles et vont assurer la diffusion de l'infection (**Djamai Abdelhadi ., 2018**)

2.1 Généralité et historique

Cette maladie est encore appelée varroatose selon les auteurs. Elle est très grave contagieuse (réputée telle par le décret ministériel du 10 janvier 1978), répandue dans de nombreux pays et provoque des dégâts extrêmement importants, qui atteint les abeilles adultes et le couvain, Son berceau est situé en Asie de Sud-est et dans les zones où vit l'abeille *Apis cerana*. En 1904, **Jacobson** et **Oudemans** décrivirent ce parasite dans les colonies d'*Apis cerana* lesquelles il ne provoquait pas de grands dégâts. Puis la contagion s'étendit à l'aire d'*Apis mellifica* vers la Chine et la Sibérie extrême orientale, ensuite toute l'Union des républiques socialistes soviétiques.et les pays voisins fut atteints de ce fléau : Roumanie, Bulgarie, Yougoslavie, Grèce,



Figure 09 : Femelle de varroa sur l'abeille du stade larvaire (à gauche et à droite) et stade nymphale (au centre). (**Colin., 1982**).

2.2. Classification systématique de *V. jacobsoni*

Selon **Sébastien et al., (2012)**, l'acarien *varroa jacobsoni* appartient au :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Arachnida

Ordre : Mesostigmata (ou Gamasida)

Cohorte : Gamasina

Famille : Varroidae

Genre : *Varroa*

Espèce : *jacobsoni*

2.3 Distribution de la maladie

2.3.1. Dans le monde

Le varroa a été découvert pour la première fois en Indonésie en 1904 sur *Apis cerana* (son hôte originel), le passage du varroa sur *Apis mellifera* se fait à l'aide des échanges commerciaux et l'entrée de cette race dans le sud-est asiatique. Il a été constaté pour la première fois en 1959 sur *Apis mellifera*. (**Pierre ., 2005**).

A partir du sud-est asiatique le varroa diffuse dans toutes les directions. Des enquêtes ont prouvé le passage du varroa de l'Union Soviétique vers les pays de l'Europe de l'Est et fini par gagner toute l'Europe et arrive jusqu'à les rivages méditerranéens. (**Robaux., 1986**). Le varroa est signalé dans l'Afrique du Nord en 1975 (**Bougura et al., 1995**). Dans l'Amérique, il a été détecté au Paraguay en 1971 et au Brésil en 1976 (**Leconte., 1991**), en Etats-Unis en 1987 (**Sanford., 2001**).

Actuellement, peu de territoires échappent à l'invasion, l'Australie est encore indemne (**Sébastien et al., 2012**).

2.3.2 En Algérie

La varroase est signalée pour la première fois à l'est du pays, en juin 1981, dans un rucher de la coopérative apicole d'Oum Teboul, près d'El Kala, Est de l'Algérie. Actuellement, ce parasite s'est propagé rapidement dans tout le pays et constitue une menace d'infestation des ruches d'Algérie et la pénétration du varroa devenait alors inévitable. En effet, des informations précises et concordantes sur l'extension de la varroase sur le territoire ont été faites par **Blaïde (2009)** et **Robaux (1986)**.

2.4 Morphologie du varroa

2.4.1. Femelle varroa

La femelle de *Varroa jacobsoni* est un acarien à une forme ellipsoïdale et de couleur brun rougeâtre, environ 1.6 mm de largeur sur 1.1mm de longueur. Elle possède quatre paires de pattes terminées par 2 griffes et un ventouse en font un acarien très mobile (2mm /sec). De forme très aplatie elle se glisse entre les sternites abdominales de l'abeille et ses nombreuses pattes lui assurent une bonne prise sur le corps velu des abeilles qui ne peuvent s'en débarrasser. En perçant la mince membrane qui relie deux cerceaux, elle suce l'hémolymphe (sang d'abeille) dont elle se nourrit. (**Pfeferl., 1984**)



Figure 10: *Varroa jacobsoni* . (Vandame., 1996).

2.4.2 Mâle varroa

Le mâle varroa a une forme arrondie de moins d'un millimètre de coloration grise ou jaune. Le mâle n'est pas adapté au parasitisme, il meurt après émergence d'abeille. Ses pattes sont tendues vers l'avant. Il ne se trouve que dans l'alvéole. Il ne se nourrit pas, ou bien il est simplement détritivore et ne vit que pour la reproduction. **(Baker., 1984).**

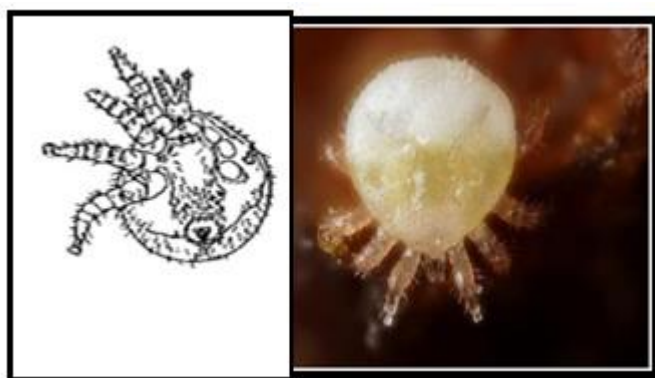


Figure 11: *Varroa jacobsoni* (Vandame., 1996)

2.4.3. Les œufs de *Varroa jacobsoni* sont blanchâtre, entourés d'une enveloppe contenant le . Ils mesurent 0.5mm. La larve enfermée dans la membrane de l'œuf est grossièrement sphérique et mesure 0.5mm de diamètre. On distingue les trois paires de pattes et les chélicères.

2.4.4 Les protonymphes issues des larves sont mobiles, mesurent 0.7mm et sont de couleur blanchâtre. Il est très difficile de distinguer mâles et femelles à ce stade.

2.4.5 Les deutonymphes femelle ont à peu près la forme et la taille de l'adulte mais sont de coloration blanche ; il en est de même pour les deutonymphes mâles qui ressemblent à l'adulte mais plus petits et de forme globuleuse. **(Colin., 1982).**

2.5 Cycle évolutif du varroa vis-à-vis de celui de l'abeille

Seules les femelles fondatrices sont retrouvées sur les abeilles adultes. Celles-ci entrent dans une cellule du couvain, quelques heures avant son operculation, la femelle pond un premier œuf, non fécondé (donc haploïde) qui donnera un mâle. Les œufs suivants, pondus environ toutes les trente minutes, donneront des femelles. La durée du stade œuf est de 20 à 28 heures pour les femelles, 26 à 30 heures pour les œufs mâles, Le nombre d'œufs pondus est de cinq (1 mâle et 4

femelles), très rarement 6 dans le couvain d'ouvrières, tandis que dans le couvain de faux-bourçons, ce nombre est de 6 œufs (1 mâle et 5 femelles), très rarement sept. (Lucien et al., 2012). Et leurs développements prennent 130 heures pour les femelles et 150 heures pour les mâles, il y a cependant une mortalité importante durant ce développement, en moyenne de 1,45 femelles atteindront l'âge adulte dans une cellule ouvrière, contre 2,2 femelle dans une cellule de faux bourdon. (Simoneau., 1990).

La larve enfermée dans la membrane de l'œuf est grossièrement sphérique et mesure 0,5 mm de diamètre. On distingue les trois paires de pattes et les chélicères ensuite le varroa passe au stade protonymphes qu'ils sont des larves mobiles, mesurent 0,7 mm et sont de couleur blanchâtre. Il est très difficile de distinguer mâles et femelles à ce stade. Après la mue des protonymphes les varroas deviennent des deutonymphes, dans ce stade les femelles ont à peu près la forme et la taille de l'adulte mais sont de coloration blanche; il en est de même pour les deutonymphes mâles qui ressemblent à l'adulte mais sont plus petits et de forme globuleuse par rapport à la femelle (Goodman., 2001).

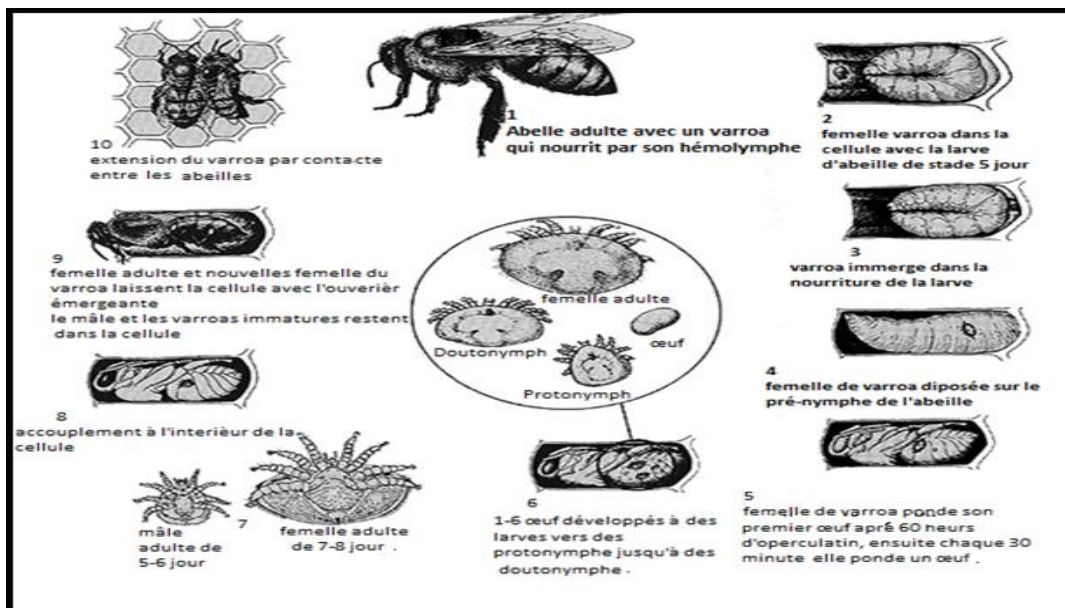


Figure 12 : Le cycle évolutif du *varroa jacobsoni*. (Martin, 2001)

2.6 Durée de vie

Pour la femelle varroa la durée de vie dans une colonie est de 2 à 3 mois en été et de 4 à 6 mois en hiver. Pour le mâle, il n'existe que dans le couvain operculé. (Robaux., 1986).

2.7 Effets et conséquences de la présence du varroa dans les colonies d'abeilles

La multiplication du varroa se fait dans le couvain operculé. Le parasite vit sur l'abeille adulte environ 5 jours afin de parfaire sa maturité sexuelle. Le varroa exerce 3 types d'effet, chaque effet donne des conséquences qui conduits vers la dépression des colonies d'abeilles (**Duval et al ., 1995**), alors on distingue :

2.7.1. Un effet mécanique

La présence d'un ou plusieurs parasites sur l'abeille adulte altère son comportement au détriment de ses tâches habituelles. Le varroa perturbe le développement du couvain et peut léser les plaques imaginaires à l'origine des appendices de la future abeille, notamment des ailes. (**Odile ., 2009**).

2.7.2 Un effet spoliateur

Varroa jacobsoni prélève 0,1 % à 0,2 % du volume d'hémolymphe d'une ouvrière adulte. Et pendant la vie nymphale la variation des pertes en fonction de l'importance du parasitisme évolue entre 15 et 40 % (par rapport au volume hémolymphe d'une nymphe saine). (Colin., 1989). Les pertes d'hémolymphe, survenues lors des prises de nourritures, répétées par les *Varroas* adultes ou immatures, particulièrement durant les premiers stades de l'ontogenèse, chez *Apis mellifera*, entraînent non seulement des modifications morphologiques mais également des changements du composant du système immunitaire. (**Blaïde et al., 2009**). Et **d'après Hanley., 1995** : les abeilles adultes perdent environ 25% de leurs poids et on les voit souvent ramper à l'entrée de la ruche.

2.7.3 Un effet vecteur

Le varroa suce l'hémolymphe de l'abeille et lui transmet, par le fait même, plusieurs maladies, tels le virus des ailes déformées (DWV), le champignon causant le couvain plâtré (*Ascorphaera apis*), le virus de la paralysie aiguë des abeilles et le virus israélien de la paralysie aiguë (IAPV). (**Vidal-Naquet ., 2009**).

2.8 Les symptômes

Le diagnostic de la maladie est difficile au début. Il est toutefois possible d'observer les parasites dans le couvain ou sur les adultes. C'est une maladie grave entraînant souvent la perte de la colonie (**Imdorf ., 1991**).

Cette maladie provoque énormément des dégâts telle que la :

- Réduction de la durée de vie de la reine conduit parfois un arrêt de ponte, de la taille et malformation des imagos, du potentiel sexuel des mâles, de la capacité de vol.
- Modification éthologique (perte de sens et de direction).
- Vectorisation d'agents infectieux.
- Activation virale.
- Problème de stockage de pollen (apparition de la mosaïque).
- Perte de population.
- Sensibilité à la fausse teigne

2.9 Modalités d'infestation

La source de contamination est représentée soit par les abeilles adultes, quelle que soit leur caste, soit par le couvain. Le rôle des colonies sauvages est important. La survie des femelles de *Varroa jacobsoni* hors de leur hôte ne peut excéder dix jours. Cependant, ce délai assez bref autorise quand même des contaminations indirectes par des parasites portés par du matériel apicole n'ayant pas subi une quarantaine adéquate. Certains auteurs ont remarqué qu'un acarien déposé sur une fleur pouvait infester une autre abeille pendant le butinage. Les guêpes ou les bourdons ne sont qu'exceptionnellement vecteurs de parasites. Le mode essentiel de contamination est donc direct.

Dans le rucher, le pillage, la dérive des butineuses, les errements des faux-bourdons, les manipulations de l'apiculteur sont les principales causes d'extension de la parasitose. De rucher à rucher, la contamination naturelle survient par le pillage, la dérive ou le vol nuptial de la reine. Selon **Coline(1982)**, le délai d'infestation est de 32 jours si les ruchers sont distants de 100 m, de 73 jours si l'intervalle est de 500 m. En trois mois (belle saison), l'extension naturelle est de 6 à 11 km, toujours selon cet auteur. Cette vitesse de propagation naturelle est négligeable par rapport à celle occasionnée par la transhumance des ruches ou le commerce national ou international de matériel biologique.

2.10 La lutte contre varroa

Le diagnostic de la maladie est difficile au début. Il est toutefois possible d'observer les parasites dans le couvain ou sur les adultes. C'est une maladie grave, entraînant souvent la perte de la colonie et dont le traitement est difficile. Dans les méthodes de lutte, il y'a des acaricides, des insecticide sélectifs, des sulfures, ou d'autre produits plus sophistiqués Amétraz, Apistan, et d'autre produit plus écologiques sont réalisés à base des plantes sauvages. **(Jasse., 1994).**

2.10.1 Lutte physique

Cette méthode consiste à chauffer les colonies à plus de 40 °C (jusqu'à 48 °C) pendant plusieurs minutes ou plusieurs heures pour tuer les parasites qui ne résistent pas à de telles températures. **(Houle., 2004 et Robaux., 1986).**

D'après **Stalleger., 1988**, montré que la chaleur dégager par la ruche en bouchant toutes les entrées, la température s'élève à 44°C et maintenue pendant pas plus de 20 à 30 minutes, après quoi les abeilles peuvent sortir. Cette température présente des avantages de diminution la population du varroa surtout dans la période de miellé.

2.10.2 Lutte chimique

C'est la lutte la plus efficace, mais en matière de lutte chimique contre la varoïse des abeilles, Les substances chimiques doivent être :

- Actives sur les varroas sans toutefois les endormir
- Inoffensives pour les abeilles et pour l'Homme et elles ne doivent pas être présentes sous forme de résidus dans le miel et les produits de la ruche.
- La lutte chimique reste actuellement la principale base des traitements malgré les nombreux inconvénients. **(Kralj et al., 2006).**

1-1 Objectif du travail

L'objectif de ce travail, est divisé en deux parties , la première est d'étudier l'effet acaricide de l'huile essentielle de la menthe poivrée (*Mentha x piperita*) sur le *Varroa jacobsoni* parasite d'*Apis mellifera intermissa*, par l'estimation de la mortalité provoquée par les doses (0,25%, 0,15%) et comparer par celle de l'apivar afin de protéger l'abeille et les produits de la ruche, la deuxième partie sert à déterminer l'effet antibactérien de cette huile essentielle (menthe poivrée).pour trouver une alternative aux produits chimiques., utilisés en outre pour des antibiotiques ou autre .

1.2 Présentation de la zone d'étude

1.2.1 Critères de choix du site

Le rucher, qui a servi à notre étude expérimentale, répond à certains critères de choix à savoir :

- Climat et végétation favorable à une conduite apicole.
- Colonies situées dans un endroit facilement accessible.
- L'infestation des abeilles par le parasite *Varroa Jacobsoni*.

1.2.2 Présentation du site

Notre étude a été réalisée au niveau de la station expérimentale du département des biotechnologies, Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie, Université Blida I. Le rucher comporte 12 ruches installées dans un verger constitué d'orangers .

1.2.3 Les conditions de travail

Nos essais ont été effectués à 10h du matin, en présence d'ensoleillement, absence des vents et des pluies .

1.3 Matériel biologique

1.3.1. Matériel animal

1.3.1.1 Les abeilles (l'espèce hôte de l'acarien)

Nous avons travaillé sur quatre colonies d'abeilles de l'espèce *Apis mellifera intermissa*, cette espèce tellienne est caractérisée par une :

- Présence de nervosité extrême lors des manipulations.
- Forte vitalité et fécondité.
- Tendance extrême à l'essaimage.
- Forte accessibilité aux maladies du couvain (**Adam; 1964**).



Figure13 : Présentation de la colonie d'*Apis mellifera intermissa*.(originale 2019).

1.3.1.2. Le parasite : l'acarien ectoparasite de l'abeille *Apis mellifera* est le *Varroa jacobsoni* qui provoque la varroase (**Figure. 14**)



Figure 14 : Abeilles infestées par le varroa (originale 2019).

1.3.2. Matériel végétal

1.3.2.1 L'huile essentielle

Une huile essentielle extraite de la plante *Mentha x piperita* au niveau de l'atelier apicole du département des biotechnologies, Faculté SNV, université de Blida 1. Une quantité de 2 kg de menthe poivrée utilisée est achetée au niveau du marché local de Boufarik, fraîches et d'aspect appréciable. (**Figure.15**). Cette plante est issue de l'ouest Algérien, qui est réputé d'une richesse floristique de la région et, qui compte environ 326 espèces.

On a identifié cette plante à l'aide d'un Docteur botaniste, qui exerce au niveau de la faculté de l'agronomie :

-Genre : Mentha

-Espèce : x piperita

-Famille : Lamiacées

-Origine : Hybride créée en Angleterre par croisement entre, *Mentha spicata* et *Mentha aquatica*

Caractéristiques botaniques de la menthe poivrée :

-Feuilles : aromatiques, opposées, brillantes, au bords aigues et dentelées.

-Tiges : tétraogonales et dressée.

-Racines : longues et très ramifiées, produisent des stolons.

-Fleurs : épis cylindriques de petites fleurs roses ou mauves, ne donnant pas de graines



Figure.15 : menthe poivrée

1.3.3 Matériel non biologique

1.3.3.1 Matériels apicole

a-Les ruches

4 ruches disposées en lignes à côté du verger d'agrumes du département des biotechnologies.

b-Equipements apicoles

- L'enfumeur : l'utilisation de l'enfumeur sert à produire de la fumée pour réduire l'agressivité des abeilles et appliqué les traitements à base de fumée des plantes choisies.
- Lève cadre : sert à décoller les nourrisseurs et les cadres propolisés
- La brosse : pour débarrasser un cadre de toutes les abeilles.
- Combinaison : pour éviter les piqûres des abeilles.

1.3.3.2 Matériel utilisé pour le diagnostic

Les langes : qui sont des plaques de longueur 35cm et de largeur 25 cm, inférieure à celle du plancher de la ruche, utilisé dans pour le piégeage du varroa.



Figure 16 : les langes graissées

La graisse : elle est nécessaire pour enduire les langes sur lesquels tombent et s'engluent les parasites.

Traitement chimique : Apivar traitement efficace contre le varroa , constitué d'amitraze qui colle sur l'abeille par contact, les varroas exposés à l'amitraze entraînent une paralysie puis l'acarien mort , tombe à fur et à mesure au fond de la ruche. Une lanière contient 500mg d'amitraze et on a utilisé trois lanière par ruche.



Figure 17 : l'apivar

1.4 Méthodes d'extraction

a-Préparation de la matière première

L'extraction de l'huile essentielle à partir des feuilles de menthe poivrée est effectuée par la méthode d'hydro-distillation.

b- Préparation du matériel végétal

Nous avons commencé par la préparation du matériel végétal, en séchant les feuilles de menthe poivrée pendant 3 jours.

c-Hydro distillation

Introduire les feuilles dans la cocotte minute de 5l et la remplir d'eau distillée ; puis faire porter à l'ébullition pendant 1.5h à 2 heures dans l'hydro-distillateur. Sous l'action de la chaleur, les cellules sécrétrices de l'huile essentielle éclatent et libèrent des composés organiques volatils. Les vapeurs hétérogènes (eau+molécules aromatiques) sont condensées en passant dans un serpentin du réfrigérant et redeviennent liquide et recueilli dans une ampoule à décanter à robinet .

On observe ensuite et petit à petit, la condensation au niveau du réfrigérant et la formation de gouttelettes jaune. Qui est d'abord plus légère que l'eau, mais qui devient plus pesante à mesure que la distillation avance . (Figure.18).



Figure 18 : Matériel d'hydro-distillation employé pour l'extraction de l'huile essentielle de menthe poivrée

1.5 Détermination du rendement en huile essentielle

Le rendement en huile essentielle est le rapport de la quantité d'huile recueillie après hydro-distillation sur la quantité de la plante à traiter exprimé en pourcentage.

Le rendement est calculé par la formule suivante :

R : rendement de l'huile essentielle en %

PB: quantité de l'huile essentielle en g

PA : quantité de la plante en g

$$R = P_B / P_A \times 100$$

1.6 Préparation des doses des huiles essentielles

Les concentrations préparées pour l'huile de mentha x pipeirita s'est déroulée au niveau du laboratoire de chimie , département de science de la matière pavillon 22, Faculté Sciences Naturelles, Université Blida I.

Pour la préparation des dilutions d'huile essentielle, nous avons utilisé un tensioactif " le Tween 80 " à 1% , qui est une substance modifiant la tension superficielle entre deux surfaces. Il se compose de molécules amphiphiles présentant un côté lipophile (affinité pour les lipides) et un côté hydrophile (affinité pour l'eau).

Les doses d'huile essentielle préparées sont :

- 1^{er} dose (D₁) : 0.25 g d'HE + 99.75ml de (tween + H₂O)
- 2^{ème} dose (D₂) : 0.15 g d'HE + 99.85ml de (tween + H₂O)
- 3^{ème} Témoin(T) : 100ml de(tween+ H₂O)

Ensuite, nous avons préparées des lanières en papier buvard de 18cm de long et de 5cm de largeur, imprégnées chacune. par 1ml des différentes dilutions (D1, D2, ,Témoin) (**Figure19**).

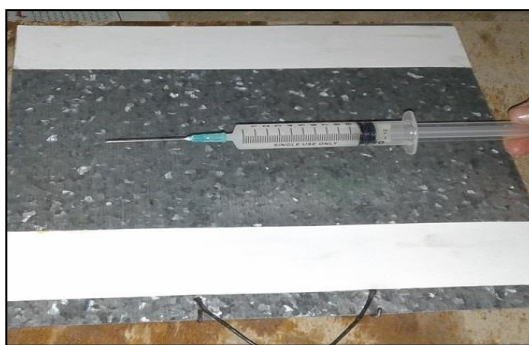


Figure 19: application de traitement

Pour le traitement chimique par Apivar, nous avons utilisé 3 lanières par ruche qui sont placées verticalement entre les cadres (**Figure.20**)



Figure 20: Disposition des 3 lanières d'Apivar dans la ruche

1.7 Présentation des lots expérimentaux

Dans le protocole adopté, nous avons travaillé sur 4 ruches infestées par *Varroa jacobsoni*, distribuées en 4 lots (T : Témoin, D1 : Dilution 0.25%, D2 : Dilution 0.15%, AP : Apivar), chaque lot contient une ruche (**Tableau.4**)

Tableau 04 : Le protocole expérimental de traitement

Lots	Ruches	Type de traitement
T	R11	Témoins (sans traitement)
D1	R2	Traité par une dose de 0,25% d'huile essentielle
D2	R1	Traité par une dose de 0,15% d'huile essentielle
AP	R12	Apivar

1.8 Méthode d'estimation du nombre de varroa dans la colonie

Pour recueillir les Varroas morts, nous avons appliqué la méthode de langes graissées mises sur le sol des ruches.

Ce choix repose sur un fait :

La majorité des Varroas qui vont mourir tomberont sur les langes et il sera facile de les dénombrer **(Robaux., 1986) (Figure.21)**.

Le comptage des Varroas a été réalisé quatre fois par mois, à raison d'une fois par semaine (7 jours) après chaque traitement. L'estimation se fait par une simple division de mortalité journalière, cette valeur multipliée par 90 jours (la durée maximale de vie de la femelle varroa en été). Ce qui nous a permis d'obtenir le nombre approximatif de varroa existant dans la colonie **(Robaux, 1986)**.



Figure 21: Méthode d'utilisation des langes.

1.9 Méthode d'estimation du nombre d'abeilles dans une colonie

Il nous a été facile d'estimer le nombre d'abeilles dans nos ruches, car un cadre contient 250 grammes d'abeilles dont le poids moyen d'une abeille est estimé à 0.1 gramme, donc un cadre aurait 2500 abeilles. **(Berkani., 1985)**



Figure 22 : Estimation du nombre d'abeilles dans une colonie.(originale2019)

1.9.1. Méthode d'estimation du taux d'infestation d'une colonie

Après avoir estimé le nombre de varroa et d'abeilles dans une colonie, le taux d'infestation de cette dernière peut être évalué comme suit :

Le taux d'infestation initiale ($D^{\circ}I_0$) est obtenu en faisant le rapport :

$$\left(D^{\circ}I_0 = B \cdot 90 / P \right) \Rightarrow \left(D^{\circ}I_0 = (A/29) \cdot 90 / P \right)$$

$D^{\circ}I_0 = C/P$

A : correspond au nombre de varroa morts pendant un mois

B : correspond à la mortalité journalière de varroa obtenue par une simple division $A / 29$ jours.

C : correspond au nombre de varroa estimé dans une colonie en faisant la multiplication $C = B \times 90$ jours (90 jours correspond à la durée de vie des femelles varroas).

P : correspond au nombre d'abeilles estimées dans une colonie.

2. Etude de pouvoir antimicrobien de l'huile essentielle de menthe poivrée

Pour notre deuxième partie de travail, on a réalisé des analyses antibactériennes d'huile essentielle de menthe poivrée,

Le travail a été effectué dans le laboratoire d'hygiène situé à Farodja Blida pendant un mois, il s'agit de mettre en évidence le pouvoir antiseptique de l'huile essentielle, pour cela on a utilisé la méthode qualitative (aromatogramme), en procédant à des tests sur une sélection de souches de références bactériennes et fongiques.

Les souches bactériennes et fongiques utilisées

Les bactéries : Pseudomonas – E.coli – Staphylocoque

Les champignons : Candidat – Penicillium



Figure 23: les souches bactériennes et fongiques utilisée(originale 2019)

2-1 Analyses quantitatives de l'effet antimicrobien

Le pouvoir antimicrobien est déterminé par l'aromatogramme appelé aussi méthode par diffusion sur milieu gélosé, cette méthode à l'avantage d'être d'une grande souplesse dans le choix des antiseptiques testés et de s'appliquer à un très grand nombre d'espèces bactériennes (**Fauchère et Avril. , 2002**). Cette technique est identique à celle utilisée pour mesurer l'activité bactéricide des antibiotiques.

La technique consiste à utiliser des disques de papier absorbants de 6mm de diamètre. Imprégnés d'une quantité d'huile essentielle et déposés à la surface de milieu gélosé inoculé et uniformément ensemencé par la suspension bactérienne à étudier, la dilution d'huile essentielle dans la gélose permet d'avoir comme résultat positif avec une zone d'inhibition après incubation. La lecture des résultats se fait par mesure des diamètres des zones d'inhibition obtenus pour chacune des souches.

Méthode

2-2 Préparation des milieux de cultures

Les milieux Muller-Hinton (MH pour les bactéries), Sabouraud (SAB pour les champignons) sont liquéfiés dans un bain marie à 95 degré , sous une hotte à flux laminaire , les milieux de cultures gélosés sont coulés en surfusion dans des boîtes de pétri stériles (15ml par boîte) chaque boîte doit être étiquetée et porter les indications suivantes :

Nom de milieu et date de préparation et/ou date de péremption, après refroidissement et solidification des milieux gélosés les boîtes de pétris doivent être utilisées immédiatement ou conservées dans des conditions évitant toute modification de leur composition.



Figure 24 : milieux de cultures utilisés (originale 2019)



Figure 25 : Préparation des milieux de culture (originale 2019)

2-3 Préparation des disques

A l'aide de l'emporte pièce , des disques de 3mm de diamètres sont découpée à partir du papier Whatman (n03) , ces disques sont par la suite déposés dans des tubes à essai , stérilisés à l'autoclave à 121 C pendant 20 min et mis dans des boites de pétris stériles .

2-4 Préparation des suspensions bactérienne et fongique (inoculum)

A partir d'une culture jeune de 18 à 24 h pour les bactéries et 48h pour les levures, des suspensions bactériennes sont réalisées en prélevant quelques colonies isolées qui seront ensuite mises dans 5ml d'eau physiologique. Cinq tubes correspondent aux cinq souches utilisées ont ainsi été obtenus, ils seront incubés pendant quelques temps (20 à 30 mn) dans une étuve à 37 C pour les bactéries et 25 C pour les levures .

2-5 Ensemencement par inondation

De chaque tube contenant les suspensions bactérienne ou fongique, une quantité de 1 ml est extraite puis déposée et étalée sur le milieu MH, ou SAB respectivement .Les boîtes de pétris doivent sécher pendant 15min à 35 C dans une étuve.

2-6 Dépôt des disques

A l'aide d'une pince stérile, un disque stérile est prélevé. Il sera imbibé d'huile essentielle par simple contact du bout du disque avec l'huile essentielle, Celle-ci est absorbée progressivement jusqu'à imprégnation totale de tout le disque. 2 disques d'huile essentielle sont déposés à la surface du milieu de culture pour chaque boîte de pétri un disque pour l'huile essentielle et l'autre pour le comparatif (antibiotique). Les disques sont déposés de telle manière que les zones d'inhibition .Après diffusion d'huile essentielle dans le milieu pdt 1h30à une température de 30C , les boîtes sont incubées à 37 C pour les bactéries et 25C pour les levures . La lecture s'effectue après 24h d'incubation pour les bactéries et 48h pour les levures par la mesure de diamètre de la zone d'inhibition du germe –cible

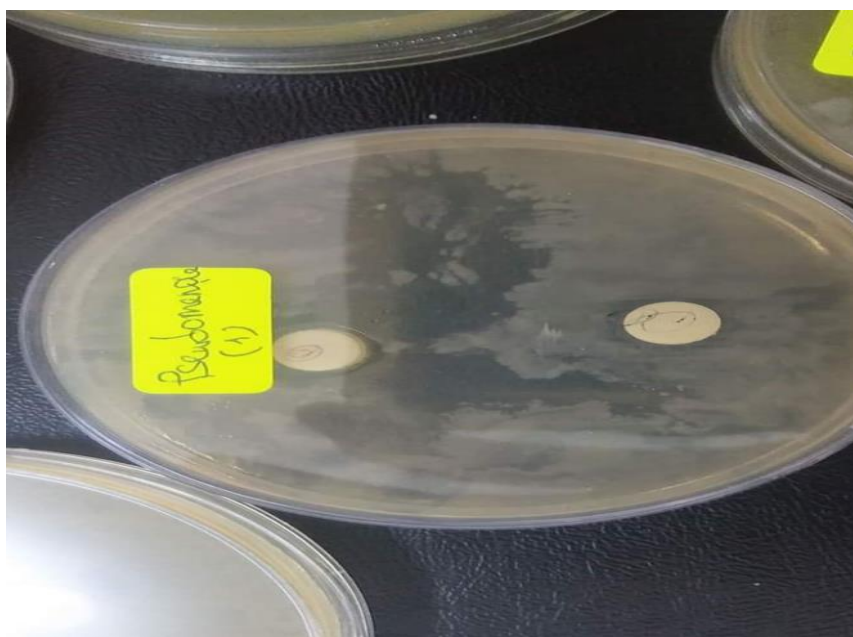


Figure 26: dépôt des disques sur le milieu de culture (originale 2019)

2.7 Lecture des résultats.

a-Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne d'huile essentielle de menthe poivrée a été évaluée sur cinq souches microbiennes (3bactéries, 1 champignon et 1 levure), cette activité a été réalisée par la méthode d'aromatogramme par diffusion pour les bactéries et la confrontation directe pour les champignons, le pouvoir antimicrobien a été obtenu par la mesure des diamètres des zones d'inhibitions (D) en centimètre pour les bactéries et les distances de croissance pour les champignons.

b-Aromatogramme par diffusion

L'échelle de l'estimation de l'activité antimicrobienne est donnée par Mutai et al., (2009), ils ont classé les zones d'inhibitions de la croissance en 5 classes :

- $D \geq 30\text{mm}$: Très fortement inhibitrice.
- $21 \text{ mm} \leq D \leq 29\text{mm}$: Fortement inhibitrice.
- $16\text{mm} \leq D \leq 20\text{mm}$: Modérément inhibitrice.
- $11\text{mm} \leq D \leq 16\text{mm}$: légèrement inhibitrice.
- $D < 10\text{mm}$: Non inhibitrice.

Conclusion

Conclusion

Au terme de ce travail consacré essentiellement à la caractérisation et l'évaluation de l'activité acaricide d'huile essentielle de menthe poivrée *mentha x piperita* contre l'ennemie de l'abeille le parasite *varroa jacobsoni* , il nous a paru intéressant de relater les principaux résultats de notre travail :

- Au début de l'expérimentation, le taux d'infestation initiale de varroa était compris entre 9.63% et 0.01% pour les ruchers destinés aux traitements par l'huile essentielle de menthe poivrée . Cette variation est liée au nombre d'abeilles dans le couvain.
- Les traitements effectués ont montré une différence dans l'effet acaricide l'huile essentielle de menthe poivrée qui a donné un taux de mortalité meilleur 80.29% par la dose D1 :0.25%, et 32.48% par la dose D2 : 0.15%, le traitement chimique effectué par l'apivar,a donné un résultat meilleur 91.2% .
- Nous concluons que l'efficacité des huiles essentielles est liée à l'espèce végétale, à la dose utilisée et la durée d'exposition au conditions abiotique tel que le changement climatique (la saison).
- Les témoins ont présentés un taux de mortalité inférieur à celui des ruches traités ,et la ruche traitée par l'apivar a montré les meilleurs résultats.
- En fin de compte, le traitement a base d'huile essentielle de menthe s'est révélé efficace dans nos conditions d'expérimentation, mérite d'être proposer comme un bio-acaricide contre la varroase, un traitement naturel qui ne cause aucun risque sur l'abeille et les produits de la ruche, sans inconvénients d'une part et d'autre part d'être suivi avec d'autre travaux de recherche (augmentation de la dose de traitement plus de 0.75 % , 0.5% et 1%) et sur un très grand nombre de ruches.
- Toutefois, ces résultats restent préliminaires et afin de les approfondir, d'autres approches et études sont souhaitables a réaliser, il serait intéressant de :
 - Etablir des synergies de différents composés de diverses plantes en plus d'étudier d'autres propriétés biologiques de ces plantes, à savoir les propriétés anti-inflammatoires, antivirales et insecticides.
 - Utiliser des extraits des autres plantes aromatiques.
 - Faire les analyses sur d'autres micro-organismes pathogènes.
 - Changer la dose de traitement .

Références bibliographiques

Les Références bibliographiques

Adam , (1964) *A la recherche des meilleures races d'abeilles*. Paris : Le courrier du livre(1964) .

Adam, G. V., Hartfelder, K., Norberg, K., Hagen, A. & Omholt, S. W. Altered physiology in worker honey bees (Hymenoptera: Apidae) infested with the mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae): a factor in colony loss during overwintering? *J. Econ. Entomol.* **97**, 741–747 (2004).

Aroma O. J (1998) : free radicals, oxidative stress and antioxidant in human health and disease . j Am Oil Chem. Soc. , 75 199-212.

Ahn, M.-R.; Kumazawa, S T.Ant ioxidant Activit y and Constituents of Propolis Collected in Various Areas of China. *Food Chemist ry* **2 0 0 7** , *101*, 1383–1392.

Ahmadkhniha.; NasrinSamadi.; Seyed Nasser Ostad. 2006. Chimi cal composition, oral toxicity and antimicrobial activity of Iranian propolis .*food Chemistry Apisad .-* mise à jour avril 2007 *Traitement anti-varroa.* <http://apisad.free.fr/Articles/laniere.htm>

Buttel-Reepen HV. (1906). Apistica Beitragezur Systematik, Biologie, sowie zurgeschichtlichenund geographischen Verbreitung der Honigbiene(*Apis mellifera*)

Badren M.A.,2016- La situation de l'apiculture en Algérie et les perspectives de développement.26p

Barbancon (J.M.), Monod (D).- 2005 *Traitement de la varroase : emploi de l'acide oxalique.* Abeilles & Fleurs, 666, 23-26

Baudoux D L'aromatherapie, Se soigner par les huiles essentielles . Ed Broché. ppl

Boudjemaa N. E. et Ben Guegua H. (2010) : l'effet antibactérien de nigella Mémoire de fin s'études. Université Kasdi merbah- ouargla. Département des science de la Nature et de la vie . Faculte des science de la nature et de la vie et science de la terre et de l' univers

Benayad N. (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche. Université Mohammed V-Agdal, Maroc, 61

Bruneton J. (1999). Pharmacognosie-Phytochimie, Plantes médicinales, *Tec et Doc*, Paris,1119.

Chami. (2005). Oregano and clove essential oil induce surface.

Caillet, Lacroix. (2009). Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. Laboratoire de recherche en science appliquées a l'alimentation (RESALA), INRS-Institut Armand-Frappier.

- Colin, M.E. (1982)** La Varroase. Rev sci tech Off Int Epiz.
- Clément, H. (2006)** En France la récolte de miel est passée... Libération du 23 août 2006.
- Craze, P.G., (2007)** Global warming and the disruption of plant–pollinator interactions. *Ecology Letters*, 10, 710–717.
- Dayan F., Cantrell C.L., et Duke S.O. (2009).** Natural products in crop protection. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 17(12), 4022-4034.
- Dorman H.J.D. et Deans H.J.D.(2003)** .Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. –*J. Appl. Microbiol.* **88**, 308-316.
- Duarte M.C.T., Figueira G.M., Sartoratto., Rehder V.L.G and Delarmelina C.(2005).** Anti-Candida activity of Brazilian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 97(2), 305-311.
- Dobrowolski, J. W.; Vohora, S.** Antibacterial, antifungal, antiamebic, antiinflammatory and antipyretic studies on propolis bee products. *J. Ethnopharmacol.* **1991**, 35, 77–82.
- Fédération Nationale des Organisations de Sanitaires Apicoles Départementales.- avril 2008 *Essai d'efficacité thérapeutique de l'amitrazé contre le varroa*. <http://www.beekeeping.com/sante-de-labeille/articles/amitrazé.htm>
- Faucon(J.P.), Chauzat (M.P.)- 2008** Varroase et autres maladies des abeilles causes majeures de mortalité des colonies en France. *Bull. Acad. Vét. France*, 3, 257-263.
- Haubruge (E.), 2006,** Le dépérissement de l'abeille domestique, apis mellifera, - faits et causes probables. *Notes fauniques de Gembloux*, 59 (1), 3-21
- Guide élevage pays de la Loire- Structure apicole.- Avril 2009
Evaluation des risques professionnels – APICULTURE,
http://www.agrilianet.com/partenaires/Docs/GI/erp_apiculture_avec_tableau_final_a_remplir.pdf
- Isman M.B. (2000).** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection*, 19(8), 603-608.
- Jean-Prost, P. & Medori, P. (2005).** Miel. In « Apiculture ». Ed. Tec et Doc
- Koba K., Sanda K., Raynaud C., Nenonene Y.A., Millet J. et Chaumont J.P.(2004).** Activités antimicrobienne d'huile essentielle de trios *Cymbopogon sp.* Africains vis-à-vis de germe pathogène d'animaux de compagnie. *Ann. Méd. Vét.* 148 : 202-206
- Louveaux, J.,** Albisetti, M., Delangue, M. & Theurkauff, M. Les modalités de l'adaptation des abeilles (*Apis mellifica L.*) au milieu naturel. *Ann Abeille* **9**, 323–350 (1964)
- Louveaux J.,** 1968- Composition, propriétés et technologie du miel .Les produits de la ruche in traité de biologie de l'abeille .Tome 03 Ed Masson et cie .389 p.
- Lasram , M. (1975).** *Note sur les abeilles et la pollinisation.*

- Louveaux J.**, 1985-Les abeilles et leur élevage.Edition Opida.pp .165-181.
- Louveaux J ., (1985)** *Les Abeilles et Leur Elevage .2ème Edition ,OPIDA Orme ,France*
- Louveaux J.**,(1980). Les abeilles et leur élevage .Ed.Hachette , paris .
- Louveaux J** (1989).Les abeilles et leur élevages. Ed. Hachette
- Mallek R.**, 2016- Comparaison de la diversité floristique de trois stations de Sebdou (W. Tlemcen) et analyse qualitative du miel récolté. Mémoire. Master. Pathologie d'Écosystèmes. Université Abou-Bekr -Belkaid –Tlemcen.60p
- Memmott, J.** (1999) The structure of a plant-pollinator food web. *Ecology Letters*, 2, 276–280.
- Medori, P ., et Colin ,M.(1982).** Les abeilles comment les choisir et les protéger de leurs ennemis .Paris,FRA , Baillièrre. htt : //prodinra .fr/record /117676
- Olesen, J M., (2007)** Temporal dynamics in a pollination network. *Ecology*,89,1573-1582.
- Pierre J (2005)** Apiculture : connaître l' abeille, conduire le rucher édition revue et complétée, paris : Editions 2005 .
- Punnett., (1982)** Factorsdetermining temporal division of labor in honeybees. *Can . J Zool.*, 60 : 2947 – 2952.
- Regard.,(1981).**Apiculture intensive en rucher sédentaire. Ed .J.B Baillièrre
- Robaux, P. (1986)** Varroa et varroatose . Ed Opida. 23 p .
- Robaux, P(1986)** La lutte contre le varroa jacobsoni, son avenir. *Abeille de France* 711. Pp : 543-544.
- Ravazzi G.** Abeilles et apiculture, 2007, Edition de Vecchi S.A, pp, 152, 111
- Ravazzi G. (2007).** Abeilles et apiculture De Vecchi S. A- Paris N°9849 Pp159
- Roux D.et Catier O. (2007).** Botanique, pharmacognosie, phytothérapie : Wolters Kluwer France,146.
- Skender K.,(1972)-** Situation actuelle de l' Apiculteur Algérienne et ses possibilités de développement – Centre national pédagogique agricole .86 p.
- Var Apiloisir.- mise à jour janvier 2006 *Protocole de traitement anti-varroa à l'amitraze (Taktic)*.
http://www.varapiloisir.com/Protocole-de-traitement-anti
- Varags, Juhász, Kevei, Kozakiewicz. (1999).** Molecular diversity of agriculturally important *Aspergillus species*. *European Journal of Plant Pathology*, 110(5), 627-640
- Wichtel M. Anton R. er Bernard M. (2003).** Plantes thérapeutiques: Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Tec & Doc, 692

Winston . (1993) La biologie de l'abeille, Nauwelaerts (Ed.), Beauvechain, Belgique,
French translation of "The biology of the Honey Bee", Harvard University Press, 1987.

**Winston ML, Slessor KN, Willis LG, Naumann K, Higo HA, Wyborn MH, Kaminski LA
1989.** The influence of queen mandibular pheromones on worker attraction to swarm clusters and
inhibition of queen rearing in the honey bee (*Apis mellifera* L.). Insect Soc.36:15

Winston M. L (1993) la biologie de l' abeille Ed Frison- Roche, Paris , 276 p

Annexes

Annexe 1 : matériels utilisés pour la préparation de la solution mère

Matériels de laboratoire

- ✓ Fiole jaugée de 100 ml et 500 ml
- ✓ Becher 100 ml
- ✓ Agitateur en verre
- ✓ Balance de précision
- ✓ Bouteille en verre de 100 ml

Matériels chimiques

- ✓ Tween 80
- ✓ Eau distillée

Matériels végétatifs

Huile essentielle de la menthe poivrée

Annexe 2 : matériels utilisés pour effectuer le test de toxicité sur l'abeille

Matériels de laboratoire

- ❖ Boîtes pétries
- ❖ Seringues
- ❖ Papier hygiénique

Matériels végétaux

- ❖ Quatre abeilles
- ❖ Solution de 0,15% et 0,25% d'huile essentielle de menthe

Annexe 3 : matériels utilisés pour appliquer le traitement dans les ruches .

Matériels apicoles :

- ❖ Combinaison apicole
- ❖ Deux ruches d'abeilles
- ❖ Lève cadre

Matériels d'application :

- ❖ Plaques métalliques 20cm*20cm
- ❖ La graisse
- ❖ Bandes de papier filtre 20cm*5cm
- ❖ Une seringue pour appliquer la solution

- **Résultats**

1.1. Evaluation du rendement des huiles essentielles

L'extraction par hydrodistillation de 2 kg des feuilles de menthe poivrée *mentha x piperita* a donné une quantité de 4ml d'huile essentielle, avec laquelle nous avons calculé le rendement qui est de (0.2%).

1.2. Test de toxicité des huiles essentielles de menthe poivrée sur l'abeille *Apis mellifera*

Pour ce test, nous avons mis deux (02) abeilles dans chaque boîte Pétri avec une goutte (1ml) d'huile essentielle à concentration 0.15% et l'autre à concentration 0.25% , déposée sur la face interne au fond de la boîte qui est déjà couverte avec un morceau de papier filtre. Après 10 mn d'observation, nous avons remarqué que les abeilles n'ont présenté aucune anomalie physique ou comportementale, elles se sont envolées à l'ouverture de la boîte. Ce teste montre la non toxicité d'huile essentielle pour les abeilles domestiques à ces concentrations.

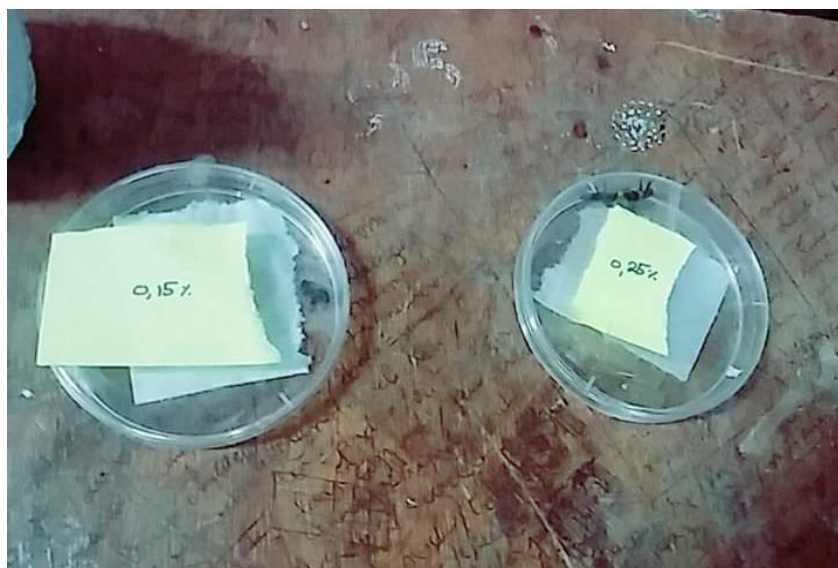


Figure 27 : application de test de toxicité

1.3 Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'huile essentielle de menthe poivrée :

Le tableau suivant présente les résultats des taux d'infestations par le varroa et le nombre d'abeilles dans chaque ruche.

Tableau 05 : Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'huile essentielle de menthe poivrée

Ruches	Nombre de varroa morts après un mois «A»	Mortalité moyenne du varroa par jour (B=A/29)	Population de varroa estimée (C=B*90)	Population d'abeilles estimée (P)	Taux d'infestation initial par ruche (%) (d°I ₀ = C/P)
R1	321	10.7	963	10000	9.63
R2	274	9.44	850.34	12500	7.30
R11	69	2.37	213.3	15000	0.01
R12	160	5.51	496.55	12500	3.97
Somme	824	28.02	2523.19	50000	20.91

D'après le tableau, nous remarquons que toutes les colonies du rucher sont parasitées par le varroa et présentent un degré d'infestation qui varie de 0.01% à 9.63 %,

Cette intensité de l'infestation est très hétérogène au niveau des ruches .Les quatre ruches présentent une infestation faible, les varroas ne sont pas facilement visibles et la colonie est considérée comme étant faiblement parasitée et aucun traitement ne s'impose dans l'immédiat.

Les résultats présentés dans la figure montrent le taux d'infestation des différents ruches avant traitement par l'huile essentielle de menthe poivrée . la ruche n° 1 est plus infestée avec un taux d'infestation de 9.63% . Les ruches n° 2 et 12 ont une infestaion moyenne et la ruche n° 11 a une très faible infestation par rapport aux ruches précédants .

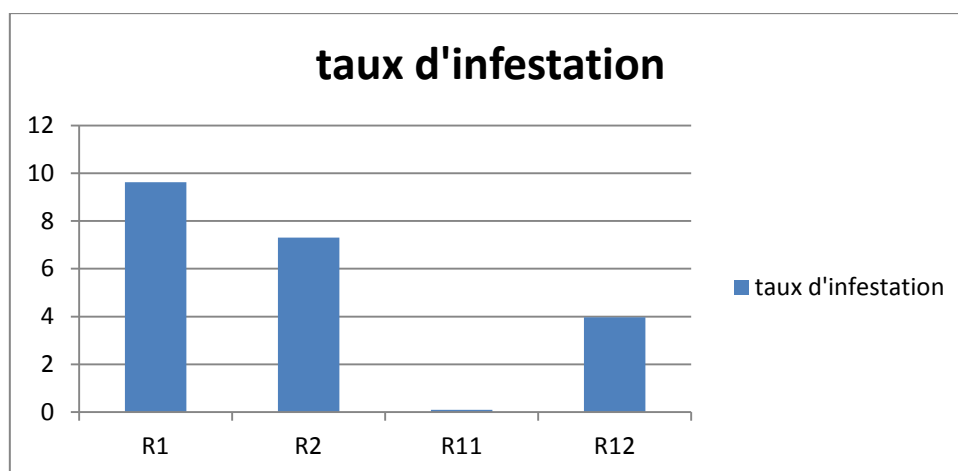


Figure 28 : Histogramme représente le taux d'infestation initial de différentes ruches avant traitement par l'huile essentielle de menthe poivrée

1.4 L'évaluation de la mortalité de varroas dans différentes ruches

Dans cette partie nous vous présentons la variation de la mortalité de varroa au niveau des ruches traités et non traités (témoin) par le huile essentielle de menthe poivrée.

Le **tableau 06**, représente le nombre de varroa traité par les solutions d'huile essentielle de menthe poivrée de concentration 0,15% et 0,25% pendant 2 mois (du 29/11/2018 au 17/01/2019)

DATE	Nombre de varroa à la ruche traitée par solution 0,15%	Nombre de varroa à la ruche traitée par solution 0,25%
29/11/2018	37	50
05/12/2018	19	42
13/12/2018	18	44
20/12/2018	15	84
27/01/2019	20	90
03/01/2019	29	208
10/01/ 2019	07	57
17/01/2019	05	42

1.4.1 Traitement à la concentration 0.15 %

Selon la **figure 29**, nous avons noté une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la 1^{ère} application du traitement.

Mais les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir de la 2^{ème} semaine.

L'effet acaricide le plus remarquable est observé après la 7^{ème} semaine de traitement. Ceci revient à la population d'abeille qui est importantes et égale à 10000.

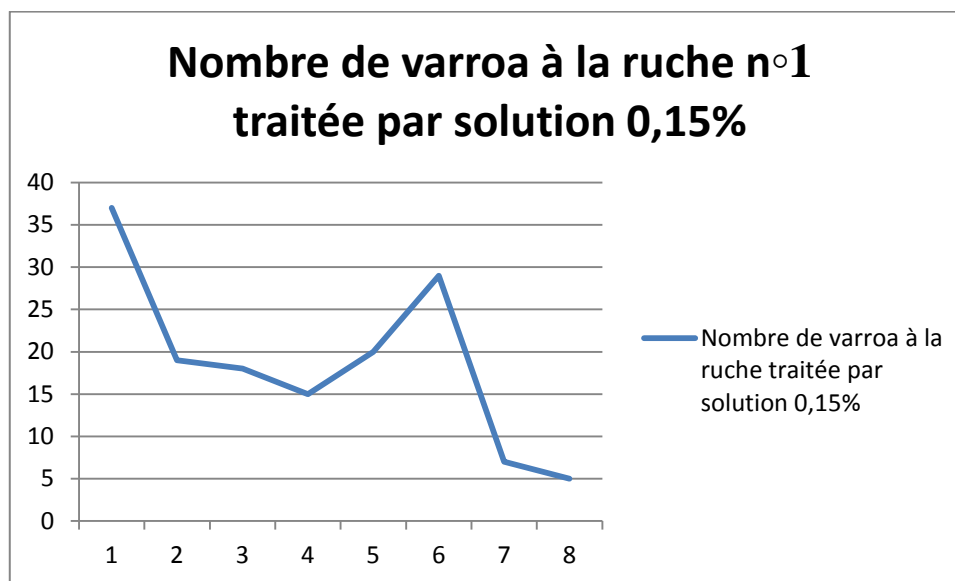


Figure 29 : Evaluation de la mortalité de varroas de la ruche n° 1 traitée par l'huile de menthe poivrée à la concentration 0.15%

1.4.2 Traitement à la concentration 0.25% (R2)

La **figure 30** montre que nous avons une faible chute de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la première application de traitement, une augmentation de ces acariens à partir de la deuxième semaine est observée après la deuxième application à cause de l'augmentation du nombre de population d'abeilles dans la colonie ,ceci revient au cycle des abeilles et le nombre de varroa morts diminue avec le temps .

Dans la sixième semaine , nous remarquons une chute considérable de varroas après la sixième application du traitement.

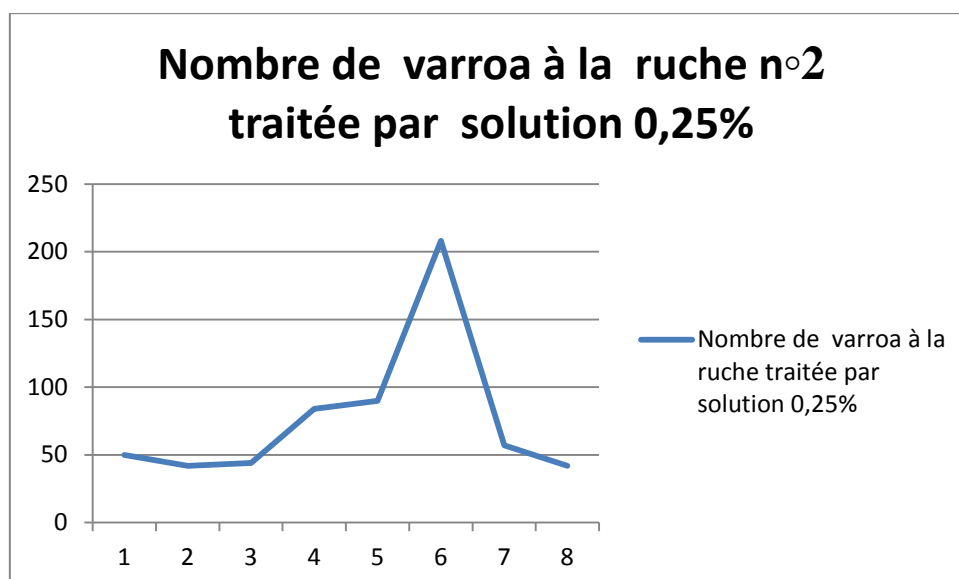


Figure 30: Evaluation de la mortalité de varroas de ruche n 2 traitée par l'huile de menthe poivrée à la concentration 0.25%

1.4.3 Evaluation de la mortalité de varroas de ruche n°12 par l'Apivar (R12)

Tableau 07 représente le nombre de varroa traité par les solutions d'huile essentielle de menthe poivrée de concentration 0,15% et 0,25% pendant 2 mois (du 29/11/2018 au 17/01/2019)

DATE	Nombre de varroa à la ruche traitée par l'apivar
29/11/2018	52
05/12/2018	50
13/12/2018	34
20/12/2018	21
27/01/2019	13
03/01/2019	42
10/01/ 2019	35
17/01/2019	20

Selon la **figure 31**, nous avons noté une chute non considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la première application du traitement.

Mais les comptages suivants ont révélé une chute très considérable de varroas notamment à partir de la deuxième semaine jusqu'à cinquième semaine.

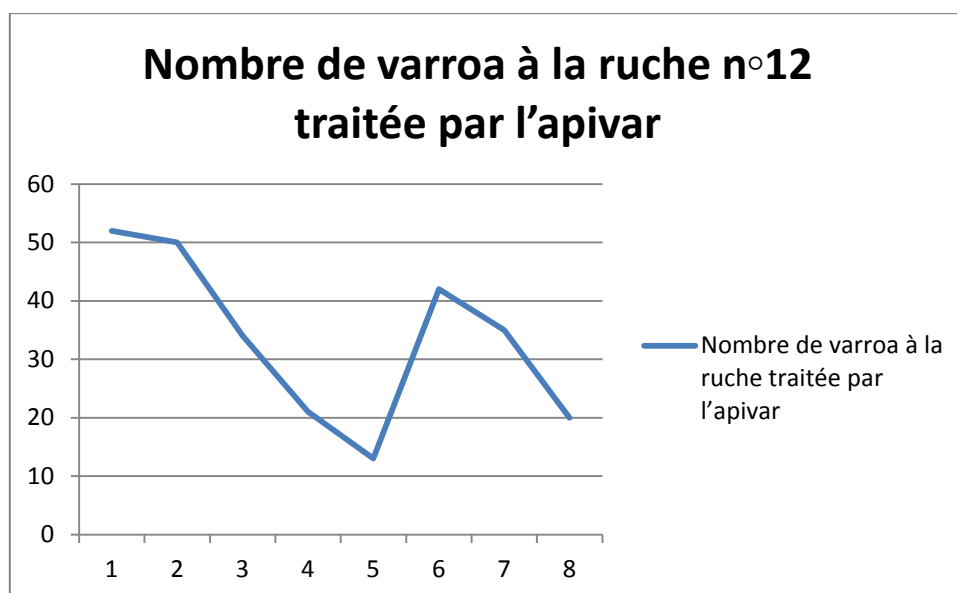


Figure 31 : Evolution de la mortalité de varroas de ruche n° 12 traitée par Apivar

1.4.4 Témoin (R11)

Tableau 08 représente le nombre de varroa traité par les solutions d'huile essentielle de menthe poivrée de concentration 0,15% et 0,25% pendant 2 mois (du 29/11/2018 au 17/01/2019).

DATE	Nombre de Varroa dans la ruche de témoin
29/11/2018	89
05/12/2018	42
13/12/2018	64
20/12/2018	87
27/01/2019	54
03/01/2019	75
10/01/ 2019	129
17/01/2019	117

Dans la première semaine on remarque un chute considérable de varroa ., Ensuite le nombre de varroas morts diminue après la deuxième semaine cela peut être expliqué par le taux d'infestation élevé à cause de cycle de varroa .

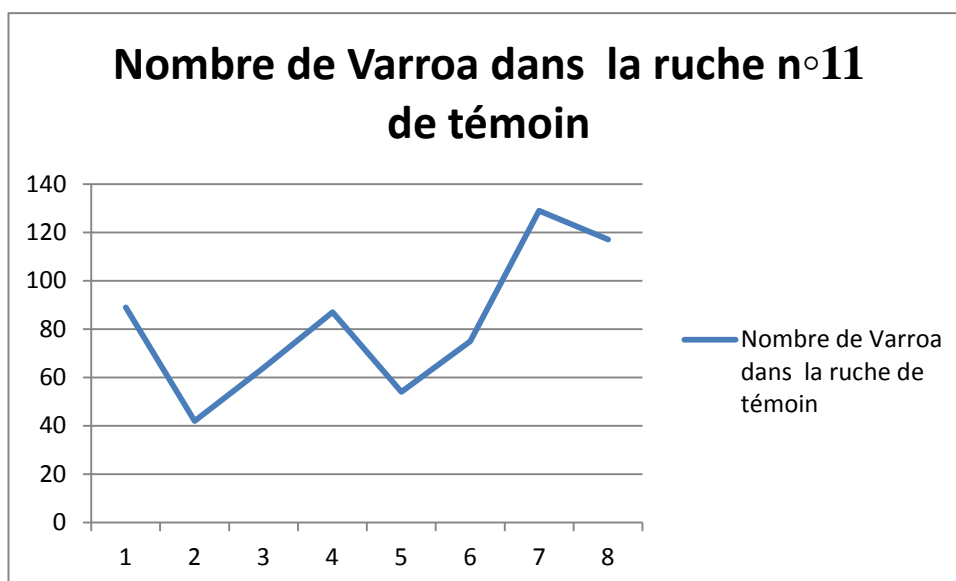


Figure 32 : Evaluation de la mortalité de varroas de ruche n° 11 (témoin)

1.5 Comparaison entre les ruches

La figure 33 montre que l'effet acaricide est positif sur le *Varroa jacobsoni* chez les 4 ruches , par rapport aux résultats les ruches n° 2 (0.25 %) et n° 12 (AP) , ont provoqué un taux de mortalité élevé.

Le lot témoin montre qu'il existe une mortalité naturelle de varroas, soit par vieillissement ou à cause d'une chaleur élevée et même a cause de la saison.

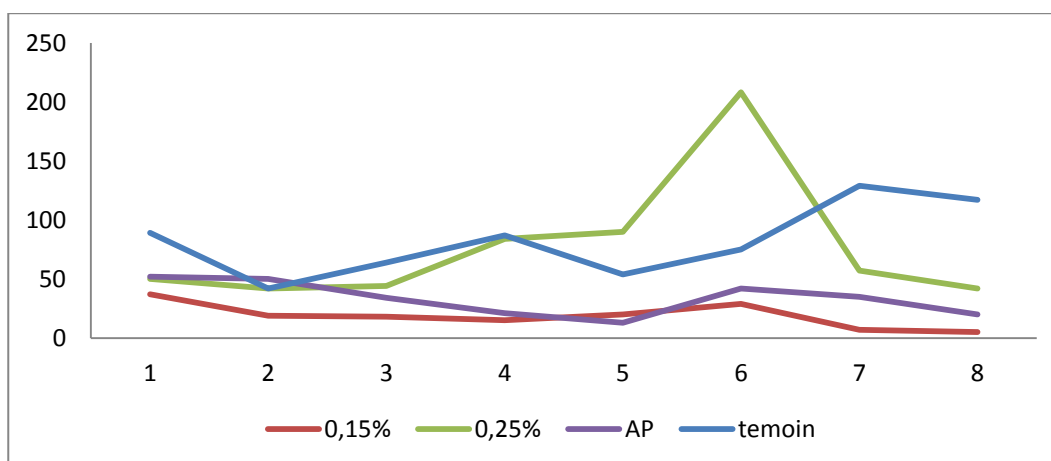


Figure 33 : Comparaison entre le taux de mortalité des ruches

2. Résultats des analyses antibactériennes de l'huile essentielle de menthe poivrée vis-à-vis des micro-organismes pathogènes

D'après la **Figure 34**, on constate l'absence des zones d'inhibition de huile essentielle de menthe poivrée ce qui montre son faible pouvoir antibactérien (non inhibitrice) envers toutes les souches bactériennes utilisées

. Ces résultats ont été comparés au comparatif (antibiotique) pour chaque souche dont on a observé une zone fortement inhibitrice varie entre 18-24mm.

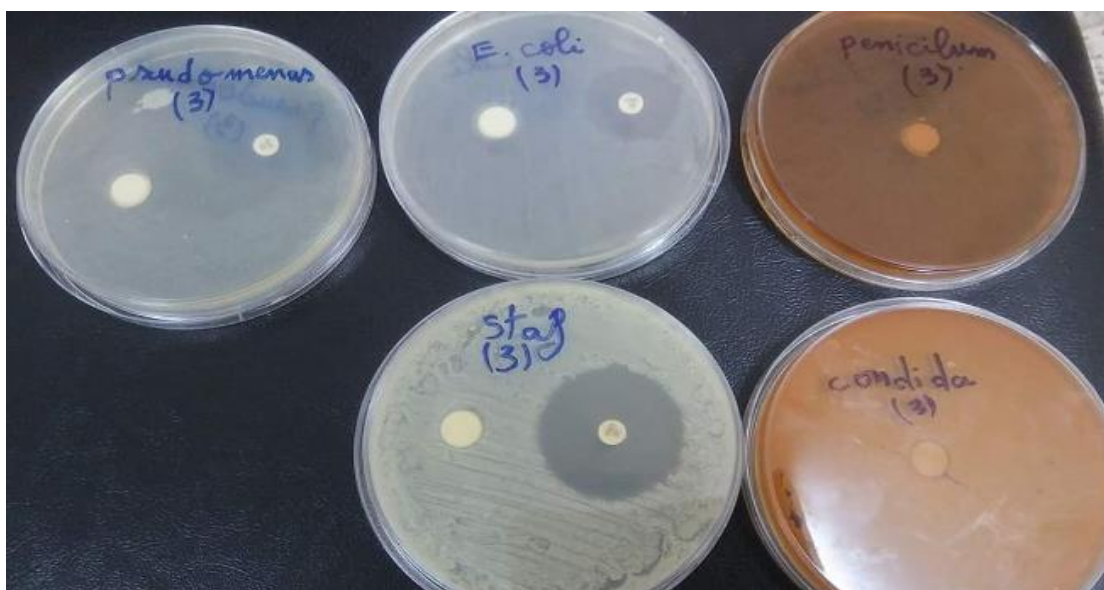


Figure 34 : Activité antibactérienne de l'huile essentielle de menthe poivrée



Figure 35 : les zones d'inhibition d'antibiotique

3. DISCUSSION :

Actuellement, les huiles essentielles commencent à avoir un intérêt très prometteur comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Ces produits font l'objet des études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour les traitements insecticides, acaricides, bactéricides, nématocides et fongicides (**Yakhlef, 2010**).

Dans notre travail, On a choisie la plante de *mentha x pepirita* :

- L'huile essentielle de menthe poivrée a été extraite à partir des feuilles de menthe par la méthode d'hydrodistillation, cette dernière nous a permis de récupérer un rendement en huile essentielle de 0.2% . Les résultats de rendement varie par rapport au plante, la partie utilisée et la méthode d'extraction .
- Nos résultats du traitement antiacarien ont révélé une forte activité acaricide des huile essentielle de *mentha x pepirita* sur le *Varroa jacobsoni* parasite de l'abeille domestique *Apis mellifera*. Cette activité acaricide varie en fonction de la dose et la période d'exposition au traitement et au nombres de population d'abeille dans la ruche.
- Après le traitement, nous avons constaté que le taux de mortalité effectué avec l'huile essentielle de *mentha x pepirita* à donné un meilleur résultat par la dose D1 : 0.25% qui correspond à 80.29%.
- Après le traitement par produit chimique, le taux de mortalité effectué avec l'apivar, a donné un meilleur résultat durant la période de traitement par la menthe qui correspond à 90.2%. Ce résultat est très proche de celui de **Rickli et al., (1991)** qui a obtenu 99%.

▪ L'activité antibactérienne des huiles essentielles a été évaluée par la Méthode d'aromatogramme. Aucune activité antibactérienne d'huile essentielle de *mentha x pepirita* a été obtenue (non inhibitrice) contrairement au comparatif (antibiotique) qui a montré une forte activité inhibitrice varie entre 18-24 mm . Cette activité varie d'une souche à une autre et diffère selon les concentrations.

Table de matières

Remerciements

Dédicace

Résumé

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....2

Chapitre 1 : Données générales sur les huiles essentielles et la plante utilisée

1.1 Introduction à l'aromathérapie.....6

1.2 Définition des huiles essentielles.....6

1.3 Propriétés et activités biologiques des huiles essentielles.....7

1.4. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....8

1.5 Composition chimique.....9

1.5.1 Les terénoïdes.....9

1.5.2 Composés aromatiques.....9

1.5.3 Composés d'origines diverses.....10

1.6. Domaine d'utilisation des huiles essentielles.....10

1.6.1 En parfumerie et cosmétique.....10

1.6.2 En pharmacie.....10

1.6.3 En thérapeutique.....11

1.6.4 Industries agroalimentaires.....12

1.6.5 En agriculture.....12

1.7. Toxicité des huiles essentielles.....13

1.8. Procédés d'extraction des huiles essentielles.....14

1.8.1 La distillation.....15

1.8.1.1 L'hydrodistillatio.....15

1.8.1.2 La distillation par entrainement a la vapeur d'eau.....15

1.8.1.3 Distillation mixte.....	16
1.8.1.4 L'hydrodiffusion.....	16
1.8.2 L'extraction par solvant.....	16
1.8.2.1 L'extraction par solvants volatils.....	16
1.8.2.2 L'épuisement par solvants fixes.....	17
1.8.2.2.1 Enfleurage.....	17
1.8.2.2.2 Macération.....	17
1.8.3 Extraction par CO 2 supercritique.....	17
1.8.4 L'expression a froid.....	18
1.8.5 L'extraction assistée par micro-ondes.....	18
1.9 Conservation des huiles essentielles.....	18
2. La menthe poivrée.....	18
2.1 Description botanique.....	19
2.2 Nomenclature et taxonomie.....	20
2.3 Répartition géographique.....	20
2.4 Place de la menthe en phytothérapie.....	20
2.5 Origine et culture.....	21
2.6 Composition chimique.....	21
2.6.1 Le menthol.....	22
2.6.1.1 Effets du Menthol.....	22
2.6.2 La menthone.....	22
2.6.2.1 Effets de la menthone.....	23
2.7 Utilisations et propriétés biologiques.....	23
2.8 Effets thérapeutiques – aromathérapie.....	24

Chapitre 2 : L'abeille et son parasite

1.1 Généralité sur l'abeille.....	27
1. 2. Classification systématique de l'abeille.....	27
1.3. Les races d'abeilles.....	28
1.3.1. Les principales races dans le monde.....	28
1.3.2. Les races d'abeilles algériennes.....	28
1.3.2.1 <i>Apis mellifeca intermissa</i>	28
1.3.2.2 <i>Apis mellifeca sahariensis</i>	29

1.4 Morphologie générale	30
1.5. Les habitants de la ruche	30
1.5.1 La reine	30
1.5.2 Les faux-bourdons	30
1.5.3 Les ouvrières	30
1.6 Stades de développement	31
1.6.1. L'œuf	31
1.6.2. La larve	32
1.6.3. La nymphe	32
1.6.4. L'imago et l'émergence	33
1.7 Importance de l'abeille en agriculture	33
1.8 Cause de mortalité des colonies d'abeille	33
1.8.1 Facteurs abiotique	33
1.8.2 Facteurs biotiques	34
2 Présentation du parasite le Varroas	34
2.1 Généralité et historique	34
2.2 Classification systématique de <i>V. jacobsoni</i>	35
2.3 Distribution de la maladie	35
2.3.1. Dans le monde	35
2.3.2 En Algérie	36
2.4 Morphologie du varroa	36
2.4.1. Femelle varroa	36
2.4.2 Mâle varroa	37
2.4.3. Les œufs	37
2.4.4. Les protonymphes	37
2.4.5. Les deutonymphes	37
2.5 Cycle évolutif du varroa vis-à-vis de celui de l'abeille	37
2.6 Durée de vie	38
2.7 Effets et conséquences de la présence du varroa dans les colonies d'abeilles	
2.7.1. Un effet mécanique	39
2.7.2. Un effet spoliateur	39
2.7.3. Un effet vecteur	39
2.8 Les symptômes	40
2.9 Modalités d'infestation	40

2.10 La lutte contre varroa	41
2.10.1. Lutte physique	41
2.10.2. Lutte chimique	41
Partie II : Partie expérimentale	
Chapitre 1 :Matériels et méthodes	
1.1- Objectif du travail	44
1.2 Présentation de la zone d'étude	44
1.2.1 Critères de choix du site	44
1.2.2 Présentation du site	44
1.2.3 Les conditions de travail	44
1.3 Matériel biologique	44
1.3.1 Matériel animal	44
1.3.1.1 Les abeilles	44
1.3.1.2 Le parasite	45
1.3.2 Matériel végétal	46
1.3.2.1 L'huile essentielle	46
1.3.3 Matériel non biologique	47
1.3.3.1 Matériels apicole	47
1.3.3.2 Matériel utilisé pour le diagnostic	47
1.4 Méthodes d'extraction	48
1.5 Détermination du rendement en huile essentielle	49
1.6 Préparation des doses des huiles essentielles	50
1.7 Présentation des lots expérimentaux	51
1.8 Méthode d'estimation du nombre de varroa dans la colonie	52
1.9 Méthode d'estimation du nombre d'abeilles dans une colonie	52
1.9.1 Méthode d'estimation du taux d'infestation d'une colonie	53
2. Etude de pouvoir antimicrobien de l'huile essentielle de menthe poivrée	53
2.1 Analyses quantitative de l'effet antimicrobien	54
2.2 Préparation des milieux de cultures	54
2.3 Préparation des disques	55
2.4 Préparation des suspensions bactérienne et fongique (inoculum)	56
2.5 Ensemencement par inondation	56
2.6 Dépôt des disques	56
2.7 Lecture des résultats	57

Chapitre 2 :Résultats et discussion

1.Résultats	59
1.1. Evaluation du rendement des huiles essentielles	59
1.2. Test de toxicité des huiles essentielles de menthe poivrée sur l'abeille <i>Apis mellifera</i>	59
1.3. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches	59
1.3.1. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'huile essentielle de menthe poivrée	60
1.4 L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile essentielle de menthe poivrée	60
1.4.1 traitement à la concentration 0.15%	61
1.4.2 traitement à la concentration 0.25%	62
1.4.3 Evaluation de la mortalité de ruche traitée par AP	63
1.4.4 Témoin	64
1.6 Comparaison entre les ruches	65
2 Résultat des analyses antibactériennes	66
3.Discussion	67
Conclusion	68
Références bibliographiques	70
Annexe	75

Chapitre 1

Matériels et méthodes

Chapitre 2

L'abeille et son parasite

Chapitre 2

Résultats et discussion

Partie II

Partie expérimentale