

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie
Laboratoire de biotechnologie des productions

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en
Sciences de la Nature et de la Vie
Spécialité : biotechnologie végétale

**Activité biologique des huiles essentielles des feuilles et du fruit
d'une plante médicinale « *Eucalyptus globulus* »
contre le *Varroa jacobsoni***

Présenté par :

Mlle. SEMALI Rania.

Le :09 /07/2019

Mlle. KEBICHI Yasmine.

Devant les membres de jury :

Mme MOUMENE S.	MCA	USDB	Présidente
Mme KEBOUR D.	MCA	USDB	Promotrice
Mr BENDALI A.	MAA	USDB	Examineur

Promotion : 2018/2019

Dédicace :

je dédie ce modeste travail : A la mémoire de **ma grand-mère** paternelle, A l'homme mon précieux offre du dieu que j'adore mon cher père **SALAH EDDINE** et a la femme qui n'a jamais dit non a mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse mon adorable mère **MOUIDA**, pour leurs soutiens, leurs amours et leurs encouragements tout au long de mon cursus universitaire et de ma vie professionnelle , a mon frère **BAHAA EDDINE** et mes deux sœurs **FADIA** et **OMNIA**.

A ma grande-mère maternelle et mon grand père, mes oncles et mes tantes, que dieu leur donne une longue et une joyeuse vie, a tous les cousins, à tous mes proches et tous mes amis. Sans oublier mon binôme **yasmine** soutien morale, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

A tous mes enseignants, à toute ma promotion A tous ceux qui m'aiment et qui me sont chers.

Dédicaces

Je voudrais dédier et remercier mon père mon pilier **ABDELHAKIM** , ma mère m'a raison **FATEMA-ZOHRA** de vivre, mon frère **HICHAM-MALIK** , et à mon petit frère **MOHAMED-NAZIH** qui ont toujours supporté mon humeur. L'achèvement de cette étude n'aurait pas été possible sans leur amour inconditionnel, leur soutien et leur patience.

Je tiens à exprimer ma gratitude envers mon amie ma confidente mon binôme **SEMALI RANIA** merci à toi, et aussi à ses **parents Tonton SALEH-EDDINE** et **Tata MOUFIDA** qui nous ont toujours encouragé, ainsi qu'à toute ma famille mes oncles et mes tentes et mes grands parents.

Que Dieu vous garde pour moi !

Remerciements

Dieu merci de nous avoir donné la vie, puis la faculté d'accomplir la noble tâche d'apprendre, d'aimer le savoir et le courage de continuer dans ce chemin dans les moments les plus difficiles et pour cela on te remercie.

Ce travail a été mené sous la direction de **Mme Kebour Djamil**a notre promotrice qui nous a fait l'honneur d'avoir veillé et dirigé ce travail par ses conseils pertinents, ses aides précieuses et chaleureuses et la constante disponibilité dont elle a fait preuve pour suivre le cheminement de ce travail. Qu'elle trouve ici nos sentiments de reconnaissance.

Un grand merci à **Mr. Ghribi youcef, apiculteur**, pour ses explications techniques et son aide précieuse et généreuse au rucher.

On tiens également à remercier **Mme djemei Iman**, pour son aide, son encouragement et son soutien moral.

On tient également à remercier le groupe de CRD SAIDAL, qu'ils nous ont encadrées, pour leur aides précieuses et leur orientations concernant l'étude de l'activité biologique.

J'exprime mes sincères remerciements aux examinateurs qui ont bien voulu évaluer ce travail

À savoir :

Je remercie particulièrement Madame **MOUMENE S.** Maitre-assistant de conférence t merci d'avoir accepté d'assurer la présidence de ce jury.

Je remercie également **Monsieur BENDELI A.** Maitre-assistant pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant d'examiner et d'évaluer ce modeste travail.

Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué chacun par son nom, de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

A tous, un grand Merci

Sommaire :

Abréviations.	
Listes des figures et des tableaux.	
1. Liste des figures.	
2. Liste des tableaux.	
Résumé	
Introduction.....	1
Synthèse bibliographique.....	3
1.1. Généralités sur l'abeille domestique <i>Apis mellifera</i>	3
1.1.1. Position systématique.....	4
1.1.2. Morphologie de l'abeille adulte.....	4
1.1.3. Composition et structure de la colonie.....	5
1.2. Les maladies et les ennemis des abeilles.....	6
1.2.1. Les maladies du couvain.....	6
1.2.2. Les maladies des abeilles adultes.....	6
1.2.3. Les maladies communes du couvain et aux abeilles adulte.....	8
1.2.4. La varroase.....	8
1.2.4.1. Répartition géographique.....	8
1.2.4.2. Position systématique.....	10
1.2.4.3. Morphologie.....	10
1.2.4.4. Etude de la maladie.....	12
1.2.4.5. La Pathogénie.....	12
1.2.4.6. Moyens de lutte contre <i>Varroa jacobsoni</i>	13
1.3. Présentation des huiles essentielles.....	16
1.3.1. Définition.....	16
1.3.2. Localisation et lieu de synthèse.....	16
1.3.3. Les principaux domaines d'application d'huile essentielle.....	17
1.3.4. Conservation des huiles essentielles.....	18
1.4. L'Eucalyptus <i>Eucalyptus globulus</i>	19
1.4.1. Présentation botanique et géographique de la famille des Myrtaceae.....	19
1.4.2. Dénominations internationales.....	19
1.4.3. Situation botanique.....	19
1.4.4. Description botanique de la plante.....	20
1.4.5. Utilisations traditionnelles.....	21
1.4.6. Les pays producteurs des huiles essentielles.....	21
1.4.7. Activités biologiques des huiles essentielles de <i>E. globulus</i>	21
Matériel et méthodes.....	23

2.1.	Présentation et critères de choix des zones d'études.....	23
2.2.	Les conditions de travail.....	23
2.3.	Matériels.....	24
2.3.1.	Matériel biologique.....	24
2.3.2.	Matériel non biologique.....	25
2.3.3.	Produits chimique.....	27
2.4.	Méthodes.....	27
2.4.1.	Méthodes d'extraction.....	27
2.4.2.	L'évaluation de l'activité antimicrobienne et antifongique.....	29
2.4.3.	Préparation des doses des huiles essentielles.....	30
2.4.4.	Tests de toxicité sur les abeilles.....	31
2.5.	Présentation des lots expérimentaux.....	33
2.6.	Méthode d'estimation du nombre de varroa dans la colonie.....	33
2.7.	Méthode d'estimation du nombre d'abeilles dans une colonie.....	34
2.8.	Méthode d'estimation du nombre d'abeilles dans une colonie.....	34
	Résultats et discussion.....	35
3.1.	Résultat de l'activité antimicrobienne et antifongique de l'huile essentielle Eucalyptus globulus.....	35
3.2.	Effet de Test de toxicité des huiles essentielles d' <i>Eucalyptus globulus</i> sur l'abeille <i>Apis mellifera</i>	37
3.3.	Estimation du taux d'infestation initial des lots avant traitement par l'HE <i>Eucalyptus globulus</i>	37
3.4.	L'évaluation de la mortalité de varroas dans différentes ruches après traitement par l'HE d'eucalyptus globulus et par l'apivar.....	39
3.5.	Le pouvoir acaricide d'huile essentielle d'Eucalyptus globulus et le produit chimique (Apivar) après un mois d'exposition au traitement.....	44
3.6.	Résultats de l'analyse statistique de la variance par le test d'ANOVA.....	45
	Conclusion et perspective.....	46
	Référence	
	Annexes	

Résumé

L'activité biologique des huiles essentielles des feuilles et du fruit d'une plante médicinale « *Eucalyptus globulus* » contre le *Varroa jacobsoni*

Le présent travail vise à étudier l'efficacité et la toxicité des huiles essentielles des feuilles et du fruit d'une plante médicinale d'*Eucalyptus globulus* et son action acaricide sur le *Varroa jacobsoni*, ennemie majeur de l'abeille tellienne *Apis mellifera intermissa* et évaluer l'activité biologique sur quatre espèces de bactéries et une levure.

Notre protocole expérimental adopté a été effectué sur quatre lots (chaque lot contient deux ruches) le premier lot, considéré comme un témoin négatif sans aucun traitement et les deux autres sont respectivement traités à des doses de 0.15% et 0.25% d'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*, le dernier lot quant à lui est considéré comme un témoin positif traité par l'Apivar, avec un intervalle de temps de 7 jours.

La technique utilisée dans l'application de bio acaricide consiste à compter sur l'ange graissée les chutes de varroa après chaque traitement.

Les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* a un effet toxique sur le *Varroa jacobsoni*, et le meilleur résultat que nous avons obtenu a été marqué sur la ruche R₃ / Dose 0,25%

Quant au traitement chimique effectué par l'apivar, ce dernier a donné des résultats meilleurs que celle de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*.

D'autre part, les résultats relatifs à l'étude de l'activité antimicrobienne sur deux bactéries Gram+ *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*, deux bactéries Gram- *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* et une levure *Candida albicans* ont montré une action et un degré de sensibilité variables.

Mots clés : Huile essentielle, *Eucalyptus globulus*, activité antimicrobienne, *Varroa jacobsoni*, *Apis mellifera intermissa*.

ملخص

النشاط البيولوجي للزيوت الأساسية للأوراق وثمرات نبات طبي" - أوكالبتوس غلوبولوس "ضد فاروا

جاكوبسوني

يهدف هذا العمل إلى دراسة فعالية وسمية الزيوت الأساسية من أوراق وثمار النباتات الطبية من الأوكالبتوس كرية وقراد العمل على فاروا جاكوبسونية عدوكبير النحل التلى وتقييم النشاط البيولوجي من أربعة أنواع من البكتيريا والخميرة. لدينا بروتوكول تجريبي اعتمد أجريت على أربعة عقود (كل الكثير يحتوي على اثنين من خلايا النحل) الدفعة الأولى، يعتبر سيطرة سلبية من دون علاج واثنين يتم معالجتها على التوالي إلى 0.15% و 0.25% جرعة من الضروري النفط اليوكالبتوس الكروي، وتعتبر الدفعة الأخيرة بدورها تحكم إيجابية يعامل من قبل اليبفار، مع فاصل زمني لمدة 7 أيام. التقنية المستخدمة في تطبيق مبيد السوس العضوية هي الاعتماد على انج مدهون الفاروا يقع بعد كل معاملة. وأظهرت النتائج أن من الضروري النفط الأوكالبتوس كرية له تأثير سام على جاكوبسون الفاروا، وتميزت على أفضل نتيجة حصلنا على خلية R3 / الجرعة 0.25%.

أما بالنسبة للعلاج الكيميائي التي تقوم بها Apivar، أنه أعطى نتائج أفضل من تلك التي من الضروري النفط الأوكالبتوس كرية.

من ناحية أخرى، والنتائج المتعلقة بدراسة النشاط البكتيري على كل غرام + المكورات العنقودية الذهبية والعصوية الرقيقة، سواء الزائفة الزنجارية والبكتيريا سالبة الجرام كولايا والمبيضات البيض أظهرت تأثير ودرجة من الحساسية المتغيرات.

كلمات البحث: الزيوت الأساسية، الأوكالبتوس كرية، والنشاط المضادة للميكروبات، فاروا جاكوبسونية، النحل التلى .

Abstrat

The biological activity of the essential oils of the leaves and the fruit of a medicinal plant \rightarrow "*Eucalyptus globulus*" against *Varroa jacobsoni*

The present work aims at studying the efficacy and the toxicity of the essential oils of the leaves and the fruit of a medicinal plant of *Eucalyptus globulus* and its action acaricide on the *Varroa jacobsoni*, major enemy of the bee *Apis mellifera intermissa* and evaluate biological activity on four species of bacteria and yeast.

Our adopted experimental protocol was carried out on four batches (each batch contains two hives) the first batch, considered as a negative control without any treatment and the two others are respectively treated with doses of 0.15% and 0.25% of essential oil. *Eucalyptus globulus*, the last batch meanwhile is considered a positive control treat by the Apivar, with a time interval of 7 days.

The technique used in the application of bio-acaricide is to rely on greasy lunge varroa falls after each treatment.

The results obtained show that the essential oil of *Eucalyptus globulus* has a toxic effect on *Varroa jacobsoni*, and the best result that we obtained was marked on the R3 / Dose hive 0.25%.

As for the chemical treatment carried out by the apivar, the latter gave better results than the essential oil of *Eucalyptus globulus*.

On the other hand, the results relating to the study of the antimicrobial activity on two bacteria Gram + *Staphylococcus aureus* and *Bacillus subtilis*, two bacteria Gram-*Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* and a yeast *Candida albicans* showed a variable action and a degree of sensitivity. .

Key words: Essential oil, *Eucalyptus globulus*, antimicrobial activity, *Varroa jacobsoni*, *Apis mellifera intermissa*.

Abréviations :

- **A:** Nombre des varroas morts après un mois.
- **ATCC :** American type collection of culture.
- **AMP :** Antimicrobienne protéines
- **B:** Mortalité moyenne du varroa par jour.
- **C :** Population des varroas estimés.
- **D :** Dose.
- **D°Ii₀ :** Le taux d'infestation initiale
- **E.coli :** Escherichia coli.
- **DWV :** Virus des ailes difformes.
- **E :** Eucalyptus
- **HE :** Huile essentielle.
- **Nbr :** Nombre.
- **P :** Population des abeilles estimées
- **P.aeruginosa :** Pseudomonas aeruginosa.
- **R :** Ruche
- **X :** La moyenne

INTRODUCTION :

L'abeille domestique joue un rôle important dans la biodiversité végétale par la pollinisation de plus de 80% des espèces de plantes à fleurs (Arcaro, 2010). Ainsi dans le maintien de l'équilibre naturel (Jasse, 1994). Sans elle, l'être humain risque de perdre l'équilibre écologique. La gestion des matières premières renouvelables serait impossible sans l'abeille.

Cette dernière est considérée comme marqueur biologique qui nous alerte sur l'état du milieu naturel, elle contribue à la culture d'un grand nombre d'espèces. Sans les abeilles il n'y a pas d'agriculture durable. Grâce à elles, nous pouvons consommer des aliments riches en vitamines et profiter des fleurs. Cependant notre monde serait moins varié et moins coloré. Les abeilles contribuent de manière essentielle à notre qualité de vie.

L'efficacité pollinisatrice des abeilles dépend de son organisation.

&On estime qu'une colonie peut visiter en une journée plusieurs millions de fleurs et que pratiquement les abeilles ne négligent aucune fleur.

Mais cet insecte précieux est menacé par des attaques parasitaire qui nuisent à sa santé et son existence, les pertes sont considérables depuis que leur taux de mortalité a atteint 30 à 35%, et il peut atteindre dans certains cas les 50% de pertes en périodes hivernales et 30% à 40% de pertes en période printanières Une conjoncture de plusieurs facteurs semble expliquer ce problème, mais l'on pointe en première ligne les aléas climatiques (chute de température, neige, sécheresse) et la maladie parasitose engendrée par le varroa agent de la varroise.

Cette dernière causée par l'acarien *Varroa jacobsoni* qui est considéré actuellement, et à juste titre, par tous les apiculteurs, comme étant le parasite le plus dangereux de l'abeille domestique *Apis mellifera*, il soumet l'abeille adulte et son couvain à des agressions physiques, à des perturbations du comportement, et aux effets de spoliation et de vecteur. Il cause alors des pertes énormes en réduisant la quantité de la production apicole.

Drajnudel et *al.*, 2007, el Hachem, 2000 et Abed et *al.*, 1993, ont prouvé que l'utilisation des acaricides chimiques constitue aujourd'hui la méthode la plus adéquate pour lutter contre la varroise et cela grâce à son efficacité et son application rapide et facile, cependant , leurs emplois intensifs créent des générations de varroa résistantes à ces produits,

de plus ils peuvent provoquer une pollution des produits des ruches et l'affaiblissement des colonies, ils sont toxiques, non seulement pour les abeilles, mais aussi pour les produits de la ruche

Cependant, l'orientation vers le remède biologique en utilisant des produits naturels tels que les huiles essentielles des plantes aromatiques semble une solution adéquate car leur présence ne présente aucun danger pour la ruche. Colin et al .. ,1999 ont prouvé que de nombreuses huiles essentielles à base de plantes 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.

Objectif :

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet acaricide de l'huile essentielle d'*Eucalyptus (Eucalyptus globulus)* sur le *Varroa jacobsoni parasite* d'*Apis mellifera intermissa* et, déterminer la dose la plus efficace pour neutraliser ce parasite afin de protéger l'abeille, qui est une des sources économique importante en Algérie.

Liste des tableaux :

Tableau 2.1: Caractéristiques des souches microbiennes testées.....	25
Tableau 2.2 : Le protocole expérimental de traitement.....	33
Tableau 3.1 : Halos d'inhibition* en (mm) moyenne provoqués par l'HE d'Eucalyptus globulus.....	36
Tableau 3.2 : Estimation du taux d'infestation initial des différentes lots avant traitement par l'HE Eucalyptus globulus.....	37

Listes des figures :

Figure 1.1 : Abeilles sociales (<i>Apis mellifera</i>) (Wilson, 1971).....	3
Figure 1.2 : Morphologie de l'abeille.....	4
Figure 1.3 : Les trois d' <i>Apis mellifera</i>	5
Figure 1.4 : <i>Acarpis woodi</i> (Zenner , 1999).....	7
Figure 1.5 : Répartition des espèces du genre <i>Apis</i> (Franck et <i>al.</i> , 2000).....	9
Figure 1.6 : Femelle varroa adulte sur le corps des abeilles (Gilles, 2012).....	11
Figure 1.7 : Le mâle varroa adulte (Gilles, 2012).....	11
Figure 1.8 : Abeille adulte atteinte du DWV (Zioni et <i>al.</i> , 2011).....	13
Figure 1.9 : Méthode biologique d'estimation du taux d'infestation par <i>Varroa jacobsoni</i> ...	14
Figure 1.10 : feuilles et du fruit de <i>Eucalyptus globulus</i> (photo personnelle).....	20
Figure 2.1 : Magasin Apicole du département des biotechnologies.....	24
Figure 2.2 : Abeille infestée par le varroa.....	25
Figure 2.3 : Disposition des ruches.....	26
Figure 2.4 : Présentation d'un lange avec deux lanières de papier filtre.....	27
Figure 2.5 : fruits et feuilles d' <i>Eucalyptus globulus</i> avant et après séchage.....	28
Figure 2.6 : Matériel (Klévenger) d'hydro-distillation employé pour l'extraction de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>	29
Figure 2.7 : Disposition de lanières en papier buvard portant le traitement, sur les langes graissées.....	32
Figure 2.8 : Disposition des 3 lanières d'Apivar dans la ruche.....	32
Figure 3.1 : Les différentes zones d'inhibition des cinq souches microbiennes testées.....	35
Figure 3.2 : Histogramme représente le taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>	38.
Figure 3.3 : Evaluation de la mortalité de varroas des deux ruches traitées par l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> (0.15%).....	39
Figure 3.4 : Evaluation de la mortalité de varroas des deux ruches traitées par l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> (0.25%).....	40

Figure 3.5 : Evaluation de la mortalité de varroas des deux ruches traitées par Apivar (AP).	41
Figure 3.6 : Evaluation de la mortalité de varroas du lot n°1 (ruches témoin).....	42
Figure 3.7 : Comparaison entre le taux de mortalité des quatre lots.....	43
Figure 3.8: Evaluation des taux de mortalité des ruches traitées avec l’huile essentielle d’Eucalyptus globulus et le produit chimique (Apivar).....	44

Liste des références

1-ANDERSON DL.,TRUMAN JWH., 2000 – *Varroa jacobsoni* (Acari : Varroidae) is more than one species. Exp. Appl. Acarol., 24, 165-189.

Application. Université d'Avignon et des pays de Vaucluse, 136p.

Assessment of in vitro antioxidant activity of essential oil of *Eucalyptus citriodora*(lemonscented

2-Baba Aissa F. (2000). Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb, substances végétales d'Afrique, d'orient et d'occident. Edition: Librairie moderne – Rouiba: P101.

3-BALEY L., 1955 - The infection of the ventriculus of the adult honeybee by *nosema Apis* (Zander). Parasitology 45 (1 and 2) : 86-94.

4-Baser K., H., C., Gerhard B., 2010. Handbook of essential oils: science, technology, and applications. Edition: Taylor & Francis Group, 975p.

5-Batish D R, Pal Singh H, Kumar Kohli A , Shalinder Kaur S.(2008).Eucalyptus essential oil as a natural pesticide Forest Ecology and Management 256 :2166–2174

6-BENHAMOUDA K., 1989 – situation sanitaire des colonies d'abeilles dans la Mitidja, cas de la varroase. Thèse ing. Agronomr I.N.A el Harrach.141p.

7-BORCHERT A.,(1970) - Les maladies et parasites des abeilles. Ed : VIGOT FRERES Editeurs.

8-BORNEECK R. 1991 – Maladies des abeilles en liaison avec la varroase. Santé de l'abeille n°126, pp : 12-15.

9-BORNEECK R.1991 – Maladies des abeilles en liaison avec la varroase. Santé de l'abeille n°162,pp :12-15.

- 10-Boulekbache-Mekhlouf L.(2011).** Activités biologiques et caractérisation des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la région de Bejaia: Eucalyptus globulus. Thèse de doctorat Sciences Alimentaire. Université de Bejaia. p12.
- 11-Brodschneider R., Moosbeckofer R., & Crailsheim K., 2010.** Surveys as a tool to record winter losses of honey bee colonies: a two year case study in Austria and South Tyrol. *Journal of Apicultural Research*, 49(1): 23-30.
- 12-Bruneton J., 1993.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Paris, Lavoisier, 623p. (Techniques et Documentation).
- 13-Chauzat M. P., Carpentier P., Madec F., Bougeard S., Cougoule N., Drajnudel P., Clément M.C., Aubert M. & Faucon J.P., 2010.** The role of infectious agents in parasites in the health of honey bee colonies in France. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 49: 31-39.
- 14-COLIN E et al ., 1983** :Etude du première foyer français de Varroatose de l'abeille .bull .acad.vet.De France 56 :p89-93.
- 15-Dahle B., 2010.** The role of Varroa destructor for honey bee colonies losses in Norway. *Journal of Apicultural Research*, 49 (1): 124-125.
- 16-Daroui-Mokaddem H. (2012).** Etude phytochimique et biologique des especes Eucalyptus globulus (Myrtaceae), Smyrniun olusatrum (Apiaceae), Asteriscus maritimus et chrysanthemum trifurcatum (asterarceae).Thèse de doctorat en Biochimie Appliquée. Universite Badji Mokhtar-Annaba.
- 17-De la Rúa P., Jaffé R., Dall'Olio R., Muñoz I., & Serrano J., 2009.** Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. *Apidologie*, 40: 263-284.
- 18-DEFAVAUX M.,1984** – Les acariens et les insectes parasites et prédateurs des abeilles Apis mellifeca intermissa en Algérie. *Bull. Zool. agric. INA n°8 pp.*, 13-21.

- 19-Djenane D., Lefsih K., Yangüela J., Roncalés P.(2011).** Composition chimique et activité anti-Salmonella enteritidis CECT 4300 des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus, de Lavandula angustifolia et de Satureja hortensis. Tests in vitro et efficacité sur les oeufs entiers liquides conservés à 7 ± 1 °C Phytothérapie (2011) 9: 343–353 © Springer-Verlag France . DOI 10.1007/s10298-011-0664-z Eucalypt; Myrtaceae) and its major constituents. LWT - Food Science and Technology 48: 23 241
- 20-Farhat A., 2010.** Vapo-Diffusion assistée par Micro-ondes : Conception, Optimisation et
- 21-FAUCON J.P., 1992 -** Précis de pathologie. Connaître et traiter les maladies de l'abeille. Edition CNEVA, 512p.
- 22-Faucon, J.P., 1992 :** Précis de pathologie, connaître et traiter les maladies des abeilles. Edit. FNOSAD 512p.
- 23-Ferhat M.A., 2007.** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes des huiles essentielles des Citrus d'Algérie: Compréhension, Application et Valorisation. Thèse de l'Université des Sciences et Technologie Houari Boumediene, Faculté de Chimie, Algérie.
- 24-Fernandez N. & Coineau Y., 2002.** Varroa Tueur d'abeilles, bien le connaître pour mieux le combattre. Ed. Atlantica (Anglet), 237 p.
- 25-FRANCK P , GARNERY L, SOLIGNAC M, CORNUET J.M .,2000 –** Molecular conformation of a fourth lineage in honeybees from the Near East. In Apidologie, 31 (2), 167-180.
- 26-Fraval,(2005).** Le Longicorne de l'eucalyptus -1ère partie.Insectes 4 n° 139
- 27-Garnero J.(2002).** Huiles essentielles. Techniques de l'Ingénieur, traité Constantes physicochimiques. P9 Pereira S.,Freire S.R.C.; Neto P., Silvestre J. D., and Silva M.S.A.(2005). Chemical composition of the essential oil distilled from the fruits of Eucalyptus globulus grown in Portugal .Flavour and fragrance journal flavour fragr. J. 2005; 20: 407–409
Song A., Wang Y., Liu Y.(2009). Study on the chemical constituents of the essential oil of the

leaves of *Eucalyptus globulus* Labill from China. *Asian Journal of Traditional Medicines*, 4 (4)PP

28-Genersch E., von der Ohe W., Kaatz H., Schroeder A., Otten C., Bächler R., Berg S., Ritter W., Mühlen W., Gisder S., Meixner M., Liebig G. & Rosenkranz P., 2010. The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie*, 41: 332-352.

29-Ghedira K., Goetz P., Le jeune R. (2008). *Eucalyptus globulus* labill, monographie médicalisée
Phytothérapie 6

30-GILLES M., 2012 – Blocage de ponte et sélection. *La Santé de l'Abeille*. 248 : 149-154.

glandular trichome collapsing in menthol mint. *Current Science*, vol. 84, p. 4-25, 544-550.

31-Goetz P., Ghedira K. (2012). *Phytothérapie infectieuse*, Springer Verlag, France, Paris, P 272

32-GROBOV OF., 1976 – la varroase de l'abeille mellifère. *Apiacta*, 11, 145-148.

33-GROBOV OF., 1976 – la varroase de l'abeille mellifère. *Apiacta*, 11, 145-148.

34-Guzmán-Novoa E., Eccles L., Calvete Y., McGowan J., Kelly P. G. & Correa-Benítez A., 2010. *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada. *Apidologie*, 41: 443-450.

35-Isman, 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* vol.19, p.603-608.

36-Khodadad Pirali-Kheirabadi., Mehdi Razzaghi-Abyaneh., Halajian A. (2009). Acaricidal effect of *Pelargonium roseum* and *Eucalyptus globules* essential oils against adult stage of *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* in vitro. *Veterinary Parasitology* 162 :346–349

- 37-Kimball D.A., 1999.** Citrus processing: A complete guide, 2nd edition, Aspen Publication INC., Maryland, 435p.
- 38-LE CONTE Y, 2002** - Mieux connaître l'abeille. In Le traité rustica de l'apiculture. Paris, Rustica, p.12-51.
- 39-LE CONTE Y, 2004** - Mieux connaître l'abeille. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau E., Barbançon J. - M., Bonnaffé P., Clément H., Domerego R., Fert G., Le Conte Y., Ratia G., Reeb C., Vaissière B. Le traité Rustica de l'apiculture. Rustica éditions, Paris, 12-38.
- 40-Lee Y. W., Lee Y. Y., 2003.** Extraction optimization in food engineering, Flavor and Aroma Substances. Korea Institute of Science and Technology Seoul, Korea. 923p.
- 41-LEGIFRANCE.GOUV.fr Décret n°2006-179** du 17 février 2006 portant création d'une liste de maladies à déclaration obligatoire et modifiant le code rural.[en ligne]
[<http://www.legifrance.gouv.fr>(consultée le 23 novembre 2011)].
- 42-LINNAEUS T, 1758** - Mieux connaître l'abeille.
- 43-Lucchesi E.M., 2005.** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes: Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat, Université de la Réunion. 143p.
- 44-Maciel M.V., Morais , S.M ., Bevilaqua C.M.L., Silva R.A., Barros R.S., Sousa R.N. ,Sousa L.C. , Brito E.S. , Souza-Neto M.A.(2010).** Chemical composition of Eucalyptus spp. essential oils and their insecticidal effects on *Lutzomyia longipalpis*. Veterinary Parasitology 167 :1-7
- 45-MARTIN C., PROVOST E., ROUX M., BRUCHOU C., CRAUSER O., CLEMENT J.J., LE CONTE Y ,2001** – Resistance of the honey bee, *Apis mellifera* to the acarid parasite *Varroa destructor* behavioural and electroantennographic data. Physiological Entomology, 26 :362-370.

46-Martin S.J., Highfield A.C, Brettell L., Villalobos E. M., Budge G.E., Powell M., Nikaido S. & Schroeder D.C., 2012. Global honey bee viral landscape altered by a parasitic mite.- Science, 336 (6086): 1304-1306

47-Martini M.C., Seiller M., 1999. Actifs et additifs en cosmétologie. Editions Tec & Doc, Paris, 102p.

Mémoire de fin de formation en Phyto-aromathérapie.

48-Meyer-Warnod B., 1984. Natural essential oils: extraction processes and applications to some major oils. Perfumer and Flavorist, vol.9, p.93-103.

49-Mishra A K, Sahu N, Mishra A, Ashoke K. Ghosh, Jha S, Chattopadhyay P.(2010)
Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of essential oil of Eucalyptus leaf
Pharmacognosy Journal || Vol 2 | Issue 16 P25-28

50-Noireterre P., 2011. Biologie et Pathogénie de Varroa destructor. Bulletin des GTV. 62: 101-106.

51-Odoul M., 2003. Les huiles essentielles. La lettre de l'Institut français de Shiatsu, n.2, p.p.1- 12.

Pal Singh H.,Kaur S.,Negi K.,Kumari S.,Saini V.,Batish R D.,Kumar Kohli R.(2012)

52-Parry J.W., 1969. Spices, NY: Chemical Publishing Co., vol.1 and 2.

53-Potts S.G., Roberts S.P.M., Dean R., Marris G., Brown M.A., Jones R., Neumann P. & Settele J., 2010. Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. Journal of Apicultural Research, 49: 15-22.

54-Raho B, Ghalem M et Benali M(2008). Antibacterial activity of leaf essential oils of Eucalyptus globulus and Eucalyptus camaldulensis. African Journal of Pharmacy and Pharmacology Vol. 2(10). pp. 211-215, ISSN 1996-0816 © 2008 Academic Journals

55-Richard H., 1992. Epices et aromates. Paris, Lavoisier, 339p. (Technique et Documentation).

- RITTER W , LECLERCQ E, KOCH W ,1984** – Observations des populations d’abeilles et de Varroa dans les colonies à différents niveaux d’infestation. *Apidologie*, 15, 389-400. 172.
- 56-ROBAUX P., 1985** – Santé de l’abeille « deux méthodes simples et naturelles pour le dépistage de la varroatoose , abeille de France » n°697.
- 57-ROBAUX P., 1986** – Varroa et varroatoose . Edition Oppida, 238p.
- 58-Rosenkranz P., Aumeier P. & Ziegelmann B., 2010.** Biology and control of Varroa destructor. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103 : S96-S119.
- 59-Schäfer M. O., Ritter W., Pettis J. S. & Neumann P., 2010.** Winter losses of honey bee colonies (*Apis mellifera*): The role of infestations with *Aethina tumida* and *Varroa destructor*. *Journal of Economic Entomology*, 103: 10-15.
- 60-SCHAKER , M., 2008** - A Spring without Bees How Colony Collapse Disorder Has Endangered Our Food Supply. Guilford, The Lyons Press , 292p.
- 61-Sharma S., Sangwan N. S., Sangwan R. S., 2003.** Developmental process of essential oil
- SIMONEAU A., 2004** – La varroase. Laboratoire de pathologie animale, pp : 191-192.
- 62-Smith-Palmer A., Stewart J. and Fyfe L., 1998.** Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. *Letters in Applied Microbiology*, vol.26, p.p.118–22.
- 63-Topolska G., Gajda A., Pohorecka K., Bober A., Kasprzak S., Skubida M. & Semkiw P., 2010.** Winter colony losses in Poland. *Journal of Apicultural Research.*, 49: 126-128.
- 64-TOUMANOFF.C ., 1951** - Les maladies des abeilles « Rev. Fra.Ang d’apic n°08.325p.
- 65-Traore N., Sidibe L., Bouare S., Harama D., Somboro A., Fofana B., Diallo D.,Figueredo G., et Chalchat J.C.** Activités antimicrobiennes des huiles essentielles de *Eucalyptus citriodora* Hook et *Eucalyptus houseana* W.Fitzg. ex Maiden. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(2): 800-804, ISSN 1991-8631.

- 66-Tyagi A.,Malik A.**Antimicrobial potential and chemical composition of Eucalyptus globulus oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorganisms.Food Chemistry 126 (2011) 228–235
- 67-Vilela G. R.,** De Almeida G. S., Bismara Regitano D'Arce M. A., Duarte Moraes M. H., ' Ota 'vio Brito J, das G.F. da Silva M F, ~o Cruz Silva S, de Stefano Piedade S M, Calori-Domingues M. A., Micotti da Gloria E(2009). Activity of essential oil and its major compound, 1,8-cineole, from Eucalyptus globulus Labill., against the storage fungi *Aspergillus flavus* Link and *Aspergillus parasiticus* Speare .Journal of Stored Products Research 45 :108–111
- 68-Warot S.(2006).** Les Eucalyptus utilisés en Aromathérapie .Préparatrice en pharmacie.
- 69-WILSON , E.O.,1971** - The insect societies.
- 70-ZANDERF., 1909** - Tierische Parasiten als Krankheitserreger bei der biene. Munch Bienenztg. 31, 196-204.
- 71-ZENNER L., 1999** - Cours de parasitologie ENVL, première année de deuxième cycle, Acarologie 7 ,08/1999.
- 72-ZIONI N, SOROKER V, CHEJANOVSKY N., 2011** – Replication of Varroa destructor virus 1 (VDV-1) and a Varroa destructor virus 1-deformed wing virus recombinant (VDV-1-DWV) in the head of the honey bee.J. Virol., 1-7.

3.1. Résultat de l'activité antimicrobienne et antifongique de l'huile essentielle *Eucalyptus globulus* :

➤ Etude quantitative :

L'évaluation de l'activité inhibitrice a été réalisée par la méthode de diffusion sur gélose. La mesure des diamètres des zones d'inhibitions a pour but de mettre en évidence l'action de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur les souches microbiennes testées.

L'estimation de l'activité antimicrobienne est basée sur une échelle de mesure mise en place par Meena et seti (1994) et Ela et *al* (1996)) et dans laquelle le pouvoir antimicrobien est en fonction des diamètres des zones d'inhibitions qui sont réparties en 4 classes :

- Fortement inhibitrice : le diamètre de la zone d'inhibition est $>28\text{mm}$
- Modérément inhibitrice : le diamètre de la zone d'inhibition est compris entre 16mm et 28mm.
- Légèrement inhibitrice : le diamètre de la zone d'inhibition est compris entre 10mm et 16mm.
- Non inhibitrice lorsque le diamètre de la zone d'inhibition est $<10\text{mm}$.

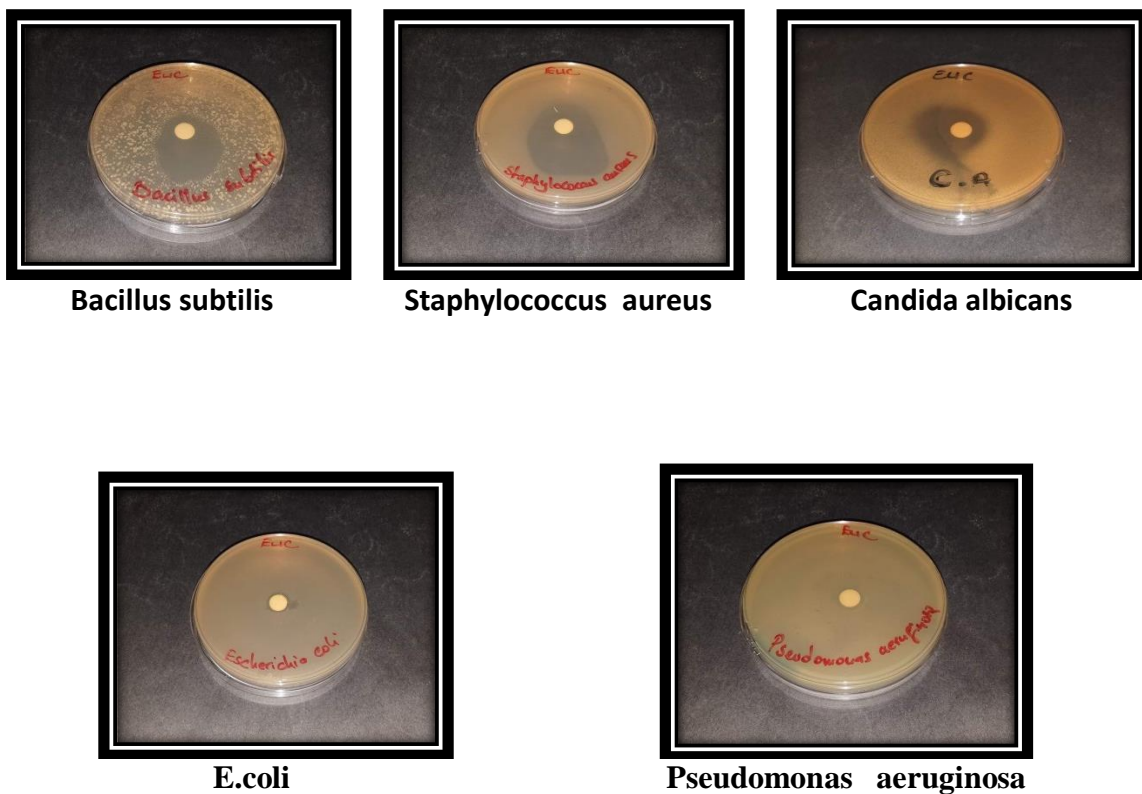


Figure 3.1 : les différentes zones d'inhibition des cinq souches microbienne testée.

Ainsi, l'interprétation de nos résultats est effectuée en comparant les résultats obtenus avec ceux donnés par l'échelle qui sont représentés dans le tableau suivant :

Souches microbiennes testées	E.coli	Pseudomonas aeruginosa	Bacillus subtilis	Staphylococcus aureus	Candida albicans
Ø d'inhibition (mm)*	12.5	12.5	26.5	31.5	25.5
L'action inhibitrice	Légèrement inhibitrice	Légèrement inhibitrice	Modérément inhibitrice	Fortement inhibitrice	Modérément inhibitrice

Tableau 3.1 : Halos d'inhibition* en (mm) moyenne provoqués par l'H.E d'Eucalyptus globulus.

- ✓ Les diamètres des disques (9mm) sont inclus dans les mesures des diamètres de la zone d'inhibition.

Au vu des résultats illustrés dans le (Tab3.1), on constate que l'HE d'*eucalyptus globulus* est plus actif sur *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis* et *Candida albicans* et dont les diamètres de la zone d'inhibition sont respectivement de 31.5mm et de 26.5mm et de 25.5mm.

Nos résultats sont en accord avec les travaux réalisés par (Damjanović-Vratnica, 2011) qui a trouvé une très forte activité antimicrobienne qui a été notée sur les germes suivants: *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*.

D'autre part, l'HE d'*eucalyptus globulus* testé possède une faible activité antimicrobienne sur *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia.coli*, dont leurs diamètres d'inhibition sont : entre 10mm et 16mm (légèrement inhibitrice).

Enfin, on peut ainsi prédire que l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus présente une activité antimicrobienne d'une intensité importante.

3.2. Effet de Test de toxicité des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* sur l'abeille *Apis mellifera* :

Après 30 min d'observation, ce test a montré que les différentes concentrations (0,15% et 0,25%) utilisées n'ont pas un effet toxique sur nos abeilles et ces dernières n'ont présenté aucune anomalie physique ou comportementale.

3.3. Estimation du taux d'infestation initial des lots avant traitement par l'HE *Eucalyptus globulus* :

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°Ii ₀ = C/P)	Taux d'infestation initial par lot (%)
R ₁	69	2.37	213.3	15000	0.01422	0.014
R ₂	113	3.89	350.68	25000	0.01402	
R ₃	683	22.76	2048.4	20000	10.24	9.93
R ₄	321	10.7	963	10000	9.63	
R ₅	274	9.44	850.34	12500	7.30	8.97
R ₆	621	20.7	1863	17500	10.64	
R ₇	120	4.13	372.41	17500	2.12	3.91
R ₈	275	9.48	853.4	15000	5.7	

Tableau 3.2: Estimation du taux d'infestation initial des différents lots avant traitement.

D'après les résultats du (Tab 3.2) présent, nous remarquons que toutes les colonies du rucher sont parasitées par le varroa et présentent un degré d'infestation qui varie de 0.01402% à 10.64%, soit une moyenne de 5.32%. Cette intensité de l'infestation est très hétérogène au niveau des ruches et des lots.

- trois ruches avec un taux d'infestation variant entre 0.01402% à 2.12% (<5%).
 - trois ruches présentent un taux d'infestation variant entre 5.7% à 9.63% (entre 5% et 10%).
 - deux ruches présentent un taux d'infestation variant entre 10.24% à 10.64% (supérieur à 10%).
- ✓ Nos résultats sont en accord avec ce qui a été rapporté par plusieurs auteurs notamment Ritter ; 1983 cités par Robaux (1986), les trois ruches citées précédemment (inférieur à 5%) 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.

- ✓ D'autre part, les trois ruches avec un taux d'infestation entre 5% et 10% présentent une infestation assez élevée, mais les symptômes ne sont pas encore apparents, ces colonies risquent de passer un hivernage difficile si aucun traitement n'est planifié.
- ✓ Pour les deux dernières ruches qui présentent un taux d'infestation élevée ont des symptômes évidents. Si le diagnostic n'est pas fait, la colonie ne passera pas l'hiver car elle est fortement atteinte et les troubles apparus au sein de la colonie deviennent évidents et, sont surtout d'ordre morphologique et le renouvellement des abeilles n'est pas assuré avec un grand risque d'effondrement de la colonie.

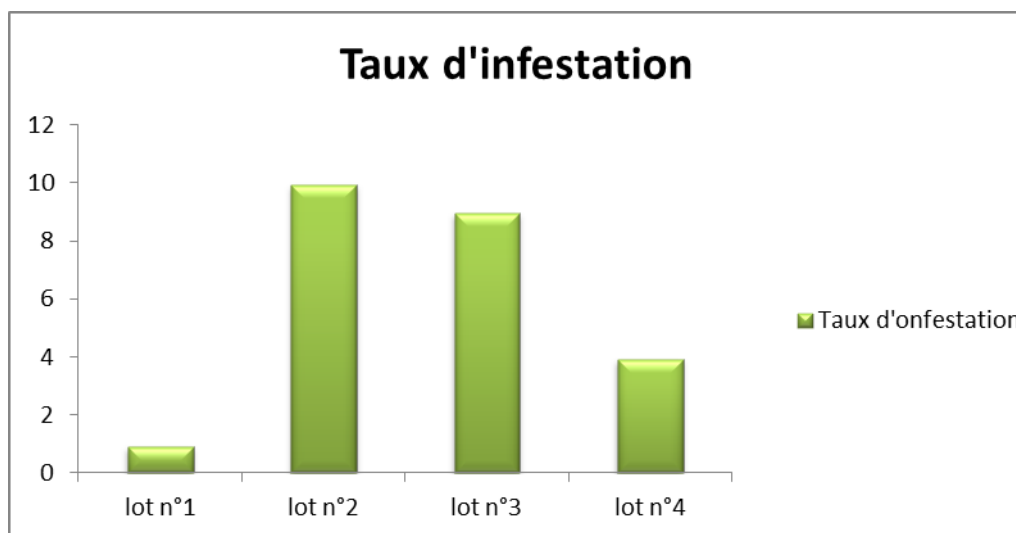


Figure 3.2 : Histogramme représente le taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement.

Les résultats présentés dans la (fig 3.2), montrent le taux d'infestation des huit ruches avant traitement par l'HE *Eucalyptus globulus* :

- le lot n°2 est le plus infestée avec un taux de 9.93%, suivie par le lot n°3 avec un taux de 8.97%. En revanche le lot n°1 et 4 présentent un faible taux d'infestations avec des valeurs de 0.014% et de 3,91% respectivement.

3.4. L'évaluation de la mortalité de varroas dans différentes ruches après traitement par l'HE d'eucalyptus globulus et par l'apivar

Dans cette partie nous vous présentons la variation de la mortalité de varroa au niveau des ruches et des lots traités et non traités par l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus :

❖ **Traitement à la concentration 0.15% d'HE d'eucalyptus globulus (lot n°3/D1) :**

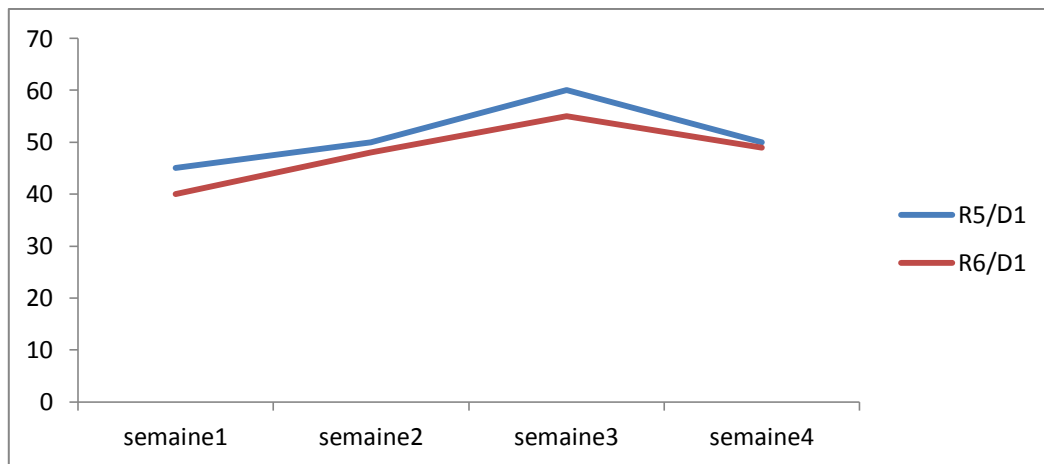


Figure 3.3 : Evaluation de la mortalité de varroas des deux ruches traitées par l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus (0.15%).

- La (fig 3.3) montre que nous avons une chute considérable de varroas durant les sept 1^{ers} jours qui ont suivi la 1^{ère} application de traitement pour les deux ruches, une augmentation de la chute de ces acariens jusqu'à la 3^{ème} semaine pour atteindre un pic de 60% pour la ruche n°5 et de 55% pour la ruche n°6. Les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas pour les deux ruches notamment après la 3^{ème} application.

- ✓ Les résultats obtenus révèlent une légère efficacité acaricide de cette concentration utilisée.
- ✓ Le pic correspond à la période d'émergence de jeunes abeilles de leur cellule qui engendre la libération de jeunes varroas sensible et succombent aussitôt au traitement.

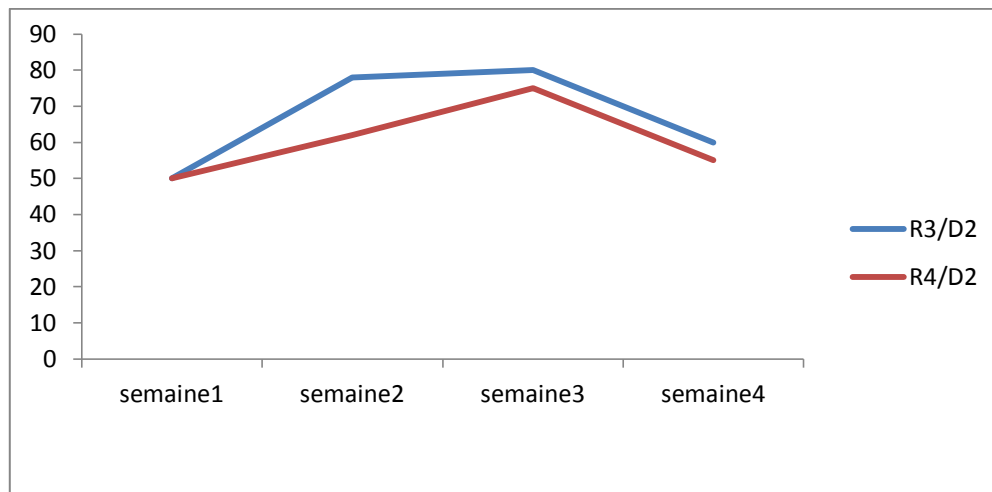
❖ Traitement à la concentration 0.25% d'HE d'eucalyptus globulus (lot n°2/D₂)

Figure 3.4 : Evaluation de la mortalité de varroas des deux ruches traitées par l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus (0.25%).

- La (fig 3.4) montre que nous avons une chute considérable de varroas pour la ruche n°3 durant les sept 1ers jours qui ont suivi la 1ère application de traitement par rapport à la ruche n°4 qui a enregistré un pic jusqu'à la 3^{ème} semaine.
 - Une augmentation de la chute de ces acariens pour la ruche n°3 à partir de la 2^{ème} semaine est observée pour atteindre un 2eme pic à la 3^{ème} semaine (80%).
 - Pour la ruche n°4 l'augmentation de la chute des acariens est à partir de la 2^{ème} semaine avec un pic à la 3^{ème} semaine (75%).
 - Les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir de la 3^{ème} semaine pour les deux ruches.
- ✓ Les résultats obtenus montrent un pic pendant la 2^{ème} et la 3^{ème} semaine, période qui correspond à l'émergence de jeunes abeilles de leurs cellules qui engendre la libération de jeunes varroas sensible.
 - ✓ On observe que la mortalité la plus importante correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R3/D2).
 - ✓ L'effet acaricide le plus remarquable est observé chez la ruche n°3, qui continue à croître jusqu'à atteindre 80% de mortalité.

- ✓ La concentration 0.25% présente une efficacité remarquable par rapport à la concentration précédente.
- ✓ Ce résultat est supérieur à celui de **Harouz (2015)** qui a obtenu 51.20% par l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*.

❖ **Traitement par l'apivar (lot n°4)**

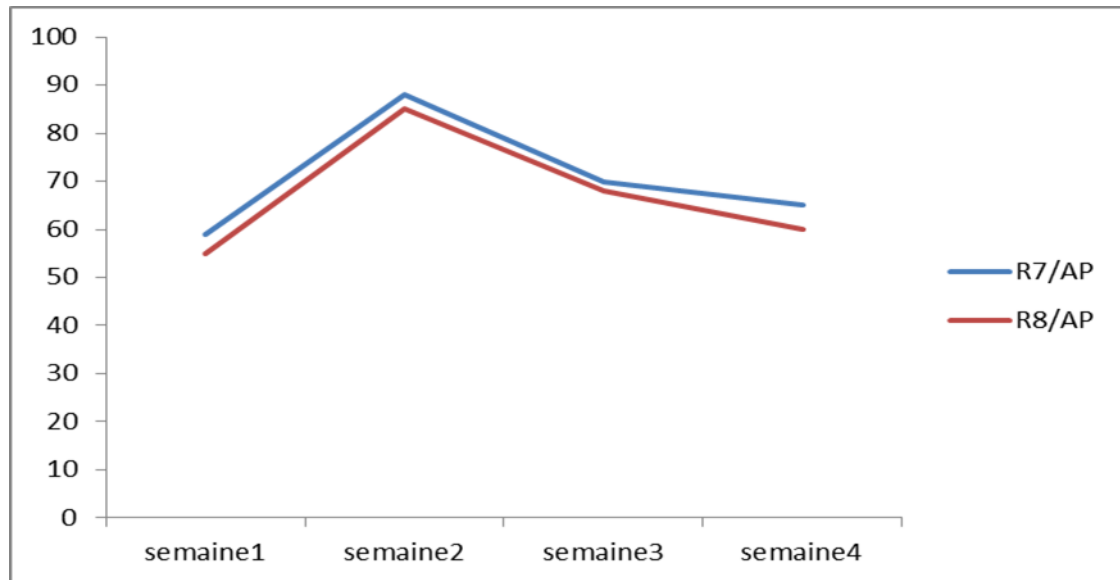


Figure 3.5 : Evaluation de la mortalité de varroas des deux ruches traitées par Apivar (AP).

- Selon la (fig 3.5), nous avons noté une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours pour les deux ruches qui ont suivi la 1ère application et la 2ème application du traitement pour atteindre un pic dans la 2ème semaine mais les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive durant la 3ème semaine.
- ✓ les résultats obtenus montrent que l'effet de l'apivar sur le taux de mortalité a donné de meilleurs résultats jusqu'à atteindre les 88% pour la ruche n°7 et les 85% pour la ruche n°8, nos résultats se rapprochent de ceux de **ADJLANE (2003)** et de ceux de **LOUCIF-AYAD (2010)** qui ont enregistré respectivement une efficacité de 86,50% et 85%.

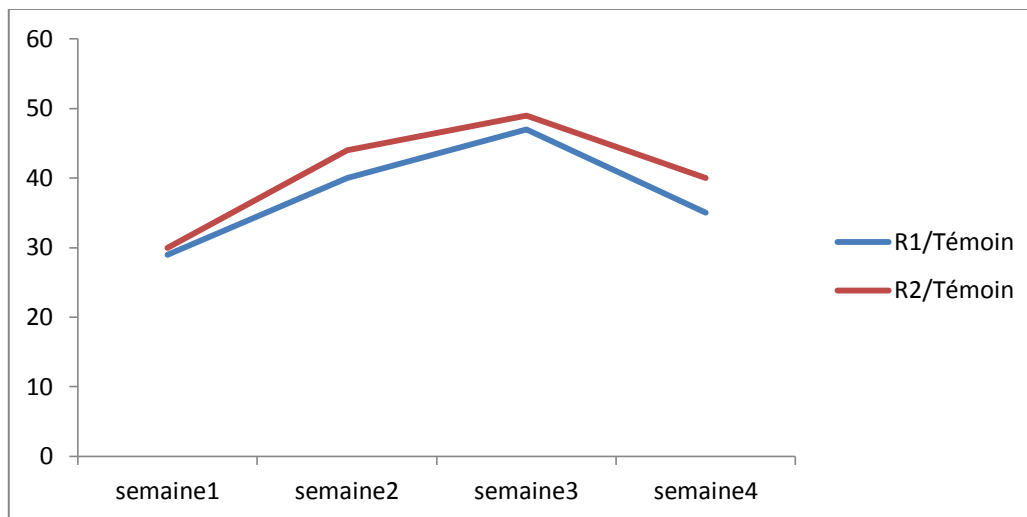
❖ **Témoin (lot n°1/TM) :**

Figure 3.6 : Evaluation de la mortalité de varroas du lot n°1 (ruches témoin)

- Selon la (fig 3.6) présente, on note un pic à la 2^{ème} semaine qui continue à croître pour la ruche n°2 par rapport à la ruche n°1 qui enregistre un taux de mortalité moins important que celui d'avant.
 - le nombre de varroas diminue avec le temps.
- ✓ Le résultat obtenu pour le lot n°1 (témoin) montre que la chute de ces acariens a eu lieu même si la ruche ne subit aucun traitement et cela soit par vieillissement ou à cause de la saison mais le taux de mortalité est très faible par rapport aux autres lots qui ont été sous traitement.

❖ Comparaison entre les lots :

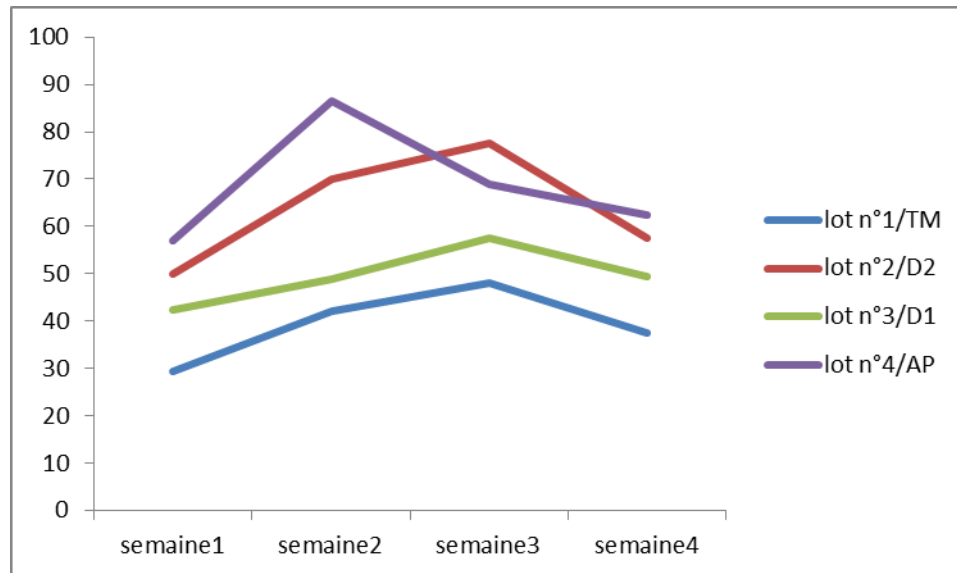


Figure 3.7 : Comparaison entre le taux de mortalité des quatre lots.

La (fig 3.7), montre que le taux de mortalité du *Varroa jacobsoni* diffère d'un lot à un autre selon le traitement qui a subi :

- Le taux le plus élevé est celui du lot n°4 qui a été traité par l'Apivar suivi par le lot n°2 traité par l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus à concentration 0.25%.
 - Les deux autres lots (n°3 et témoin) restent présentent un taux de mortalité plus au moins faible par rapport aux deux précédents.
- ✓ Les résultats obtenus, montrent que l'effet acaricide est positif sur le *Varroa jacobsoni* chez les lots n°4 et n°2 avec une supériorité de la mortalité du varroa montrée par le lot n°4.
 - ✓ Par rapport aux résultats des lots n° 2,3, la dose D₂ dans le lot n°2 a 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 à cause de la saison.

3.5. Le pouvoir acaricide d'huile essentielle d'Eucalyptus globulus et le produit chimique (Apivar) après un mois d'exposition au traitement :

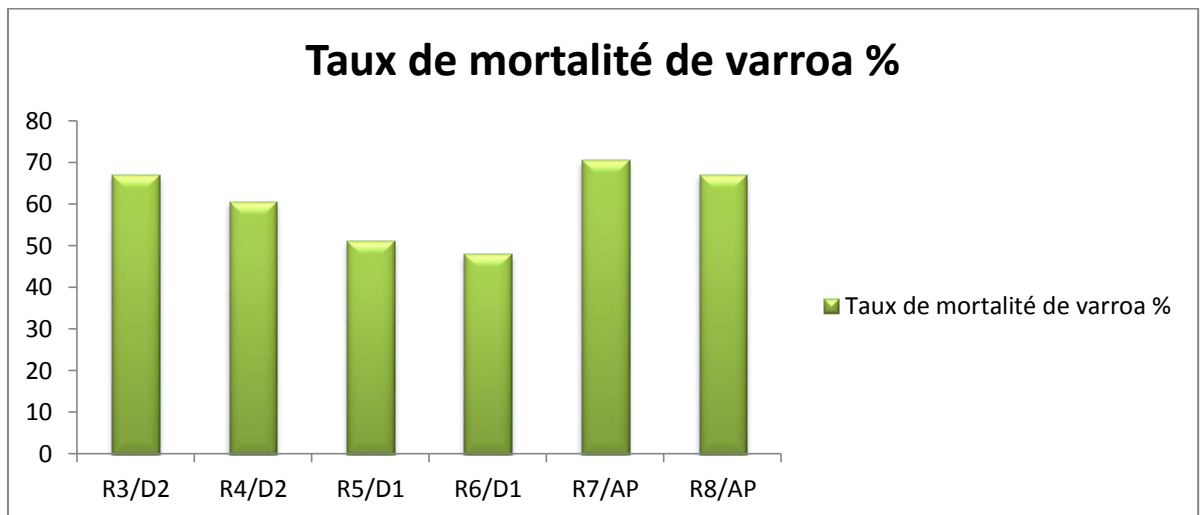


Figure 3.8: Evaluation des taux de mortalité des ruches traitées avec l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus et le produit chimique (Apivar).

Il ressort de ces résultats que l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus a un effet toxique sur le *Varroa jacobsoni*.

- ✓ Le meilleur résultat est obtenu surtout sur la ruche R₃/D₂ avec un taux de mortalité de 80%
- ✓ Le traitement chimique effectué par l'apivar a donné des résultats meilleurs que celle de plante utilisée (taux de mortalité de R₇/AP : 88%).
- ✓ les deux concentrations (D1 et D2) ont montré une activité acaricide, mais la dose D₂ présente le taux de mortalité le plus élevé par rapport à D₁.
- ✓ En comparaison avec le produit chimique, ce dernier a donné un taux de mortalité plus important mais n'est pas très loin de celui de la 2^{ème} dose.

3.6. Résultats de l'analyse statistique de la variance par le test d'ANOVA :

Cette analyse permet de mettre en évidence l'effet de chaque facteur (l'HE , la durée de traitement)

- L'analyse de la variance montre que, la différence entre l'effet des différents traitements est très significative ($p=0,002$; $p<5\%$) et entre les périodes de traitements est significative ($p=0,013$, $p<5\%$) sur le nombre de varroa parasitant les ruches d'abeilles (les deux tableaux sur annexe).
- ✓ L'analyse statistique des données prouve que les traitements par l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus ont un effet très significatif ($P=0,002 < 0,05$).
- ✓ En comparaison entre les ruches, la différence de mortalité provoquée est très significative selon l'effet de dose et la durée d'exposition au traitement.
- ✓ Nous concluons que l'efficacité des huiles essentielles est liée, à la dose utilisée et la durée d'exposition.

Conclusion

Pour se prémunir de nombreuses espèces dites nuisibles, l'Homme disperse volontairement dans la nature (et dans la ruche) des substances toxiques, le plus souvent synthétiques. Pour évaluer l'impact de ces substances sur des organismes qui ne sont pas initialement ciblés et définir les risques associés, certaines espèces animales ont été choisies comme modèle d'étude. L'abeille domestique *Apis mellifera* est un sujet d'étude d'autant plus pertinent qu'elle est l'outil de travail de plusieurs millions d'apiculteurs et participe activement par son activité pollinisatrice au maintien de la biodiversité végétale.

Les abeilles sont victimes d'un parasite létal contre lequel elles n'ont pas de défense, il s'agit de *Varroa jacobsoni* les apiculteurs ont dû recourir à l'utilisation de toute une batterie d'acaricides.

Dans le présent travail, on s'est intéressé à l'effet acaricide d'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* afin de la valoriser en lutte biologique pour cela le traitement à états appliqué à deux doses (0.25% et 0.15%) et comparé à un traitement chimique (Apivar), ces deux derniers utilisés dans la lutte contre l'infestation de l'abeille *Apis mellifera* par l'acarien ectoparasite, *V. jacobsoni*.

Les traitements acaricides testés sont efficaces dans le contrôle de l'infestation des abeilles par l'acarien *V. jacobsoni*, néanmoins, le traitement acaricide synthétique (Apivar) présente une efficacité plus importante comparativement au traitement naturel (HE d'*Eucalyptus globulus* aux doses 0.15% et 0.25%).

La lutte contre *V. jacobsoni* par l'utilisation des différents acaricides est un domaine très vaste. Les recherches doivent se poursuivre afin de mettre en place une meilleure stratégie de lutte qui doit commencer par un dépistage régulier tant pour détecter la présence du varroa que pour évaluer son importance une fois l'infestation commencée. La surveillance des populations de *V. jacobsoni* qui vivent dans les colonies est donc essentielle afin de contrôler ce parasite. Une augmentation de la dose de traitement et voir son effet sur le parasite, Etendre l'expérimentation sur un très grand nombre de ruches. L'homologation de ces produits afin d'évaluer leurs éventuels effets secondaires sur la physiologie de l'abeille et de tester leur efficacité dans la lutte anti-varroa et de leur mise à disposition sur le marché.

L'abeille est un excellent indicateur biologique. Elle signale l'état de santé de l'environnement dans lequel elle vit. Elle assure en outre la biodiversité grâce à son rôle de pollinisateur. L'abeille mérite donc d'être protégée!

Annexe :



Autoclave



Hotte



Etuve à 25°C



Etuve à 44°C



Etuve à 35°C

Tableau 1 : taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement.

	lot n°1	lot n°2	lot n°3	lot n°4
Taux d'infestation	0,014	9,93	8,97	3,91

Tableau2 : Evaluation de la mortalité de varroas du lot n°1 (ruches témoin).

	semaine1	semaine2	semaine3	semaine4
R1/Témoin	29	40	47	35
R2/Témoin	30	44	49	40

Tableau3 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus à la concentration 0.15%.

	semaine1	semaine2	semaine3	semaine4
R5/D1	45	50	60	50
R6/D1	40	48	55	49

Tableau4 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus à la concentration 0.25%.

	semaine1	semaine2	semaine3	semaine4
R3/D2	50	78	80	60
R4/D2	50	62	75	55

Tableau5 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par Apivar (AP).

	semaine1	semaine2	semaine3	semaine4
R7/AP	59	70	88	65
R8/AP	55	68	85	60

Tableau6 : Comparaison entre le taux de mortalité des quatre lots.

	semaine1	semaine2	semaine3	semaine4
lot n°1/TM	29,5	42	48	37,5

lot n°2/D2	50	70	77,5	57,5
lot n°3/D1	42,5	49	57,5	49,5
lot n°4/AP	57	86.5	69	62,5

Tableau 7 : Evaluation des taux de mortalité des ruches et traitées avec l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus et le produit chimique (Apivar).

	R3/D2	R4/D2	R5/D1	R6/D1	R7/AP	R8/AP
Taux de mortalité de varroa %	67	60,5	51,25	48	70,5	67

Annexe 3 :

Tableau : Résultat de l'analyse statistique de la variance par le test d'ANOVA entre les périodes de traitements :

Analyse de variance: un facteur						
RAPPORT DÉTAILLÉ						
<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>		
Ligne 1	4	157	39,25	60,75		
Ligne 2	4	255	63,75	152,083333		
Ligne 3	4	198,5	49,625	37,7291667		

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	1209,875	2	604,9375	7,24295335	0,01334929	4,25649473
A l'intérieur des groupes	751,6875	9	83,5208333			
Total	1961,5625	11				

Tableau : Résultat de l'analyse statistique de la variance d'huile essentielle d'Eucalyptus globulus par le test d'ANOVA:

Analyse de variance: un facteur						
RAPPORT DÉTAILLÉ						
<i>Groupe</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>		
Ligne 1	4	151	37,75	58,25		
Ligne 2	4	163	40,75	64,9166667		
Ligne 3	4	268	67	209,333333		
Ligne 4	4	242	60,5	117,666667		
Ligne 5	4	205	51,25	39,5833333		
Ligne 6	4	192	48	38		
ANALYSE DE						

VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	2543,375	5	508,675	5,78313595	0,00235631	2,77285315
A l'intérieur des groupes	1583,25	18	87,9583333			
Total	4126,625	23				

1.1 Généralités sur l'abeille domestique *Apis mellifera*

L'abeille domestique *Apis mellifera* est présente sur terre depuis environ 60 millions d'années (Schaker, 2008). L'abeille *Apis mellifera* a évolué pour devenir un des pollinisateurs les plus efficaces. C'est une espèce sociale et cela repose sur le partage du travail entre adultes avec des spécialisations individuelles, une participation dans l'entretien de tout ce qui a trait à la vie de la colonie. Quelques espèces d'abeilles ont été domestiquées par l'homme pour leurs productions. Aujourd'hui et selon (Le Conte, 2004), l'espèce la plus exploitée dans le monde et de façon exclusive en Europe est *Apis mellifera* linné.



Figure 1.1 : Abeilles sociales (*Apis mellifera*) (Wilson, 1971).

1.1.1. Position systématique :

Selon Le Conte (2002), la classification systématique d'*Apis mellifera* est établie comme suit :

- Règne : Animal
- Sous/règne : Métazoaires
- Embranchement : *Arthropoda*
- Sous-embranchement : Hexapode
- Classe : *Insecta*
- Ordre : *Hyménoptéra*
- S/Ordre : Aculéates
- Famille : *Apidae*
- S/Famille : *Apinea*
- Genre : *Apis*
- Espèce : *Apis mellifera* ou *Apis mellifeca* (Linnaeus, 1758).

1.1.2. Morphologie de l'abeille adulte :

L'abeille domestique *Apis mellifera* est invertébrée de la famille des apidés, qui possède six pattes et deux paires d'ailes. Elle n'a pas de squelette interne mais dispose d'une enveloppe externe faite de chitine (exosquelette). Son corps comprend trois parties bien distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen. Elle possède deux paires d'ailes membraneuses couplées par des crochets, des pièces buccales de type broyeur-lécheur, un système nerveux constitué de plusieurs ganglions.

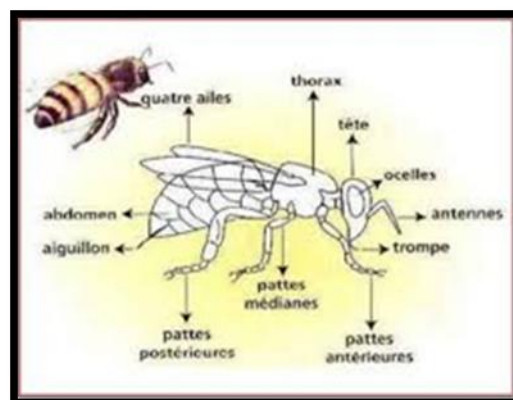


Figure 1.2 : Morphologie de l'abeille

1.1.3. Composition et structure de la colonie :

L'abeille est un insecte social et vit dont chaque individu assure des tâches bien précises. On distingue dans la colonie des abeilles des individus mâles et femelles ; les mâles sont tous semblables, les femelles se divisent en deux castes caractérisés par des différences anatomique et physiologique : l'une est représenté par la reine, l'autre par les ouvrières.

Selon Martin et *al.*, (2001), une colonie comporte entre 10000 à 60000 ouvrières ,entre 0 et 6000 mâles ou faux bourdons et une reine unique (Fig.1.3). Toutes les castes d'abeilles (ouvrières, faux bourdons et reine) sont nécessaires au bon développement de la colonie.

Cette population varie en fonction de différents facteurs tels que le climat, la saison, la sous-espèce d'abeille et la quantité de ponte de la reine.

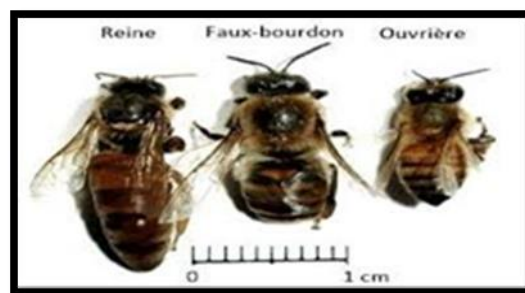


Figure 1.3 : Les trois castes d'*Apis mellifera Algerica*.

1. 1. 3.1. Les femelles :

▪ La reine :

La reine est la seule femelle féconde ou fertile de la colonie. Elle est la mère de toutes les abeilles d'une ruche. Elle se distingue des ouvrières par sa taille, son abdomen particulièrement développé contenant les organes génitaux femelles. Ses pièces buccales sont plus courtes, ses mandibules dentelées, ses pattes dépourvues d'organe de récolte de pollen.

▪ Les ouvrières :

Les ouvrières sont toujours plus nombreuses que les mâles, ce sont des femelles ordinairement stériles avec des organes sexuels atrophiés et bloqués, mais dans certaines circonstances, elles peuvent pondre des œufs qui se développent normalement mais ne donnent naissance qu'à des mâles. C'est aux ouvrières que reviennent tous les travaux de la ruche.

1. 1.3.2. Le male ou faux bourdon :

Les mâles ne sont présents qu'à une certaine période de l'année pour effectuer leurs seuls rôles de reproducteurs. Dans nos régions, en Algérie, ils apparaissent normalement en Mars, Avril, Mai, Juin jusqu'à la mi-juillet (1000 à 2000) par colonie.

1.2. Les maladies et les ennemis des abeilles :

Il ne faut pas seulement voir les abeilles comme des individus à part entière mais également comme une société dont l'organisation peut être sensible à la contamination et à la propagation de maladies et empoisonnements. Nous distinguons chez l'abeille deux stades évolutifs au cours de son cycle biologique :

- Stade de couvain
- Stade d'abeilles adultes

Quant aux maladies, elles sont regroupées en trois catégories :

- Maladies du couvain
- Maladies des abeilles adultes
- Maladies du couvain et de l'abeille adulte

1.2.1. Les maladies du couvain

Ce sont des maladies qui affectent l'abeille aux stades œuf, larve ou nymphe. Ceci aura des conséquences puisque dans les jours qui suivent, la ruche aura un déficit de jeunes abeilles. Si le problème persiste, il manquera la génération qui prendra la relève des butineuses en fin de vie.

Sans intervention, ceci mènera rapidement à la disparition de la colonie. Ces différentes maladies ont des origines diverses : bactérienne, parasitaire et virale. Parmi les maladies les plus graves et réputés légalement contagieuses.

1.2.2. Les maladies des abeilles adultes

Les abeilles adultes sont exposées aux maladies qui entraînent chaque année la disparition de nombreuses colonies et la diminution de la productivité. Les plus dangereuses sont l'acariose et la nosérose

▪ La nosérose :

La nosérose est une maladie contagieuse très grave provoquée par un protozoaire *noséma apis* identifié par Zender en 1909, champignon microscopique unicellulaire qui affecte uniquement les abeilles adultes en infectant les cellules épithéliales de leurs ventricules (Bailey, 1955). La nosérose peut évoluer de façon chronique dont les symptômes n'ont aucune caractéristique qui permettent de les distinguer des autres maladies (Toumanoff, 1951 ; Borchert, 1970). Cependant, la nosérose peut être accompagnée par :

- Une agitation des abeilles en hiver
- Un gonflement de l'abdomen et un manque de dynamique au printemps et lors des étés froids et humides

- Les abeilles rampant devant la ruche
- La disparition d'abeilles adultes
- La ruche est souillée par des taches de diarrhée
- Les abeilles sont faibles, ne sachant plus voler. Les abeilles sont regroupées en petit nombre pour mourir.
 - **L'acariose intrachéenne** : Selon Faucon (1992), l'acariose est une maladie parasitaire contagieuse. Elle est très répandue dans le monde et engendre des pertes économiques.

L'agent pathogène est un parasite spécifique de l'abeille domestique *Acarapis woodi* (figure 1.4). Il est responsable de l'acariose chez les abeilles adultes.

Les principaux facteurs favorisant l'acariose sont les conditions climatiques. Les symptômes spécifiques de la maladie sont constatés avec plus ou moins d'importance et sont :

- La dépopulation de la ruche.
- Les abeilles mortes en nombre devant la ruche, rassemblées en petits groupes.
- Des ailes décrochées et écartées en forme de moulin.
- Un abdomen gonflé.

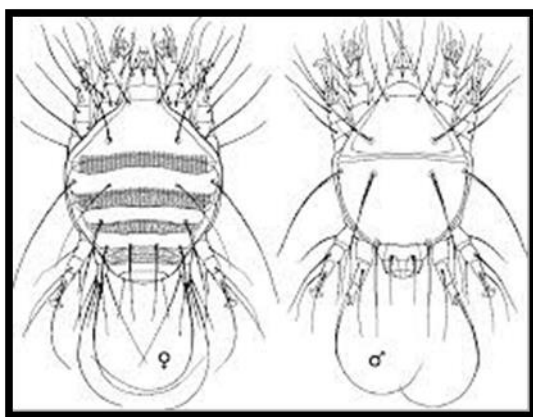


Figure 1.4 : *Acarapis woodi* (Zenner , 1999)

1.2.3. Les maladies communes du couvain et aux abeilles adulte

L'abeille adulte et le couvain sont sujets à des maladies communes telles que :

- Les intoxications dont l'agent causal est un produit toxique.
- L'aspergilose causée par des champignons du genre *Aspergillus falvus*
- Les viroses : certains virus semblent en relation avec la varroase comme le DWV (virus des ailes difformes), il a été découvert récemment (Borneck, 1991)
- Et la varroase, qui est la maladie la plus dangereuse, causée par l'acarien *Varroa jacobsoni* et qui sera présentée ultérieurement.

1.2.4. La varroase

La varroase également appelée varroase ou varoatose est une maladie parasitaire de l'abeille domestique *Apis mellifera*. Elle est due à la prolifération de l'acarien « *varroa jacobsoni* ». Une étroite relation existe entre leurs cycles de développement respectifs.

La varroase est une maladie parasitaire due à la prolifération sur le couvain et sur les abeilles adultes d'un acarien ectoparasite : *Varroa jacobsoni*.

Le danger que représente cette maladie réside dans le fait qu'au début de l'infestation, l'évolution demeure inaperçue cliniquement et son influence sur la population d'abeilles est insignifiante. Au-delà de cette période, et si aucun moyen de lutte n'est entrepris, son impact peut entraîner la mort de la colonie.

Vu l'ampleur de la parasitose, il est impératif de mettre en œuvre et le plus rapidement possible des moyens pour prévenir la maladie et dans le cas où elle est déclarée et diagnostiquée ; il faut traiter afin de combattre et limiter les dégâts et les pertes qu'elle provoque aussi bien aux colonies qu'aux produits de la ruche.

1.2.4.1. Répartition géographique :

Varroa jacobsoni est originaire de l'Asie du sud où il vit au dépend de l'abeille asiatique « *Apis cerana* », il fut découvert par Jacobson à Java en Indonésie en 1904, décrit et classé par Oudemans la même année d'où *varroa jacobsoni* oud.

En 1939, le parasite fut localisé en Indochine. En 1952, il s'étendait aux provinces extrêmes orientales de l'URSS, toujours sur *Apis cerana*. (Fig. 1.5).

Pour produire beaucoup plus du miel, des apiculteurs déplacèrent des colonies d'*Apis mellifera* dans la région d'*Apis cerana*.

La cohabitation des deux genres d'abeilles aurait permis au *Varroa jacobsoni* de parasiter *Apis mellifera*.

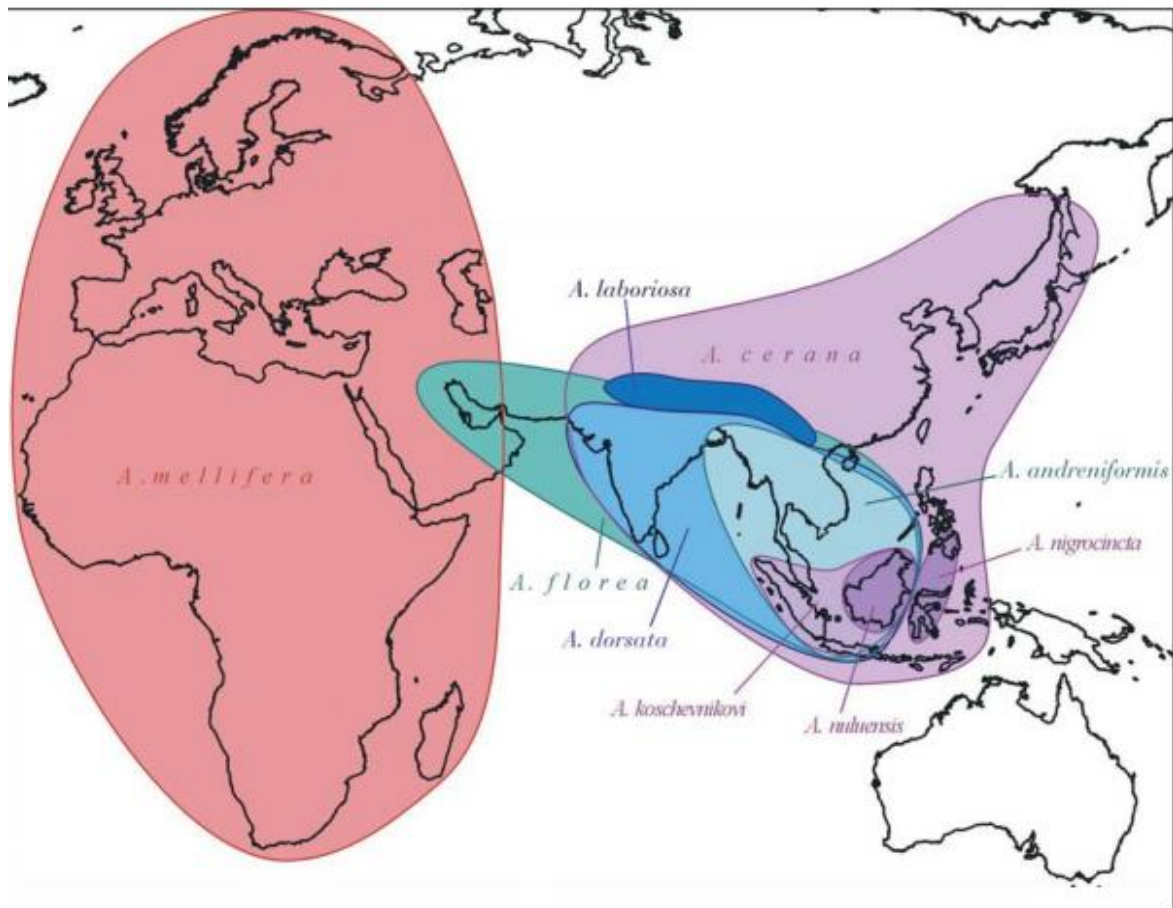


Figure 1.5 : Répartition des espèces du genre *Apis* (Franck et al., 2000).

L'apparition de *Varroa jacobsoni* en Afrique est récente : elle date de 1997 en Afrique du Sud. Aujourd'hui, il est répandu au Nord de l'Afrique (Algérie, Lybie, Egypte) et dans plusieurs pays de l'Afrique de l'Est, comme le Kenya et la Tanzanie (fig. 1.5).

En Algérie, l'introduction de varroa s'est faite à partir de la Tunisie, l'infestation est signalée pour la première fois à l'est du pays en juin 1981 dans un rucher de la coopérative apicole d'Oum Tboul près d'El Kala (Defavaux, 1984).

En Algérie, ce parasite destructeur est en train de décimer le rucher du Djurdjura devant les regards impuissants des apiculteurs qui n'ont que des SOS à lancer envers les services de l'Etat. Pour cette année, les apiculteurs désespèrent.

La récolte est en grande partie perdue. Dans certaines régions comme les Ouadhias, la perte est estimée à 50% de l'ensemble de la production. Selon le président de l'association des apiculteurs de la wilaya de Tizi Ouzou, la maladie se propage et s'étend à tout le massif du Djurdjura, qui est l'un des plus grands producteurs de miel en Algérie aux côtés du massif blidéen.

1.2.4.2. Position systématique :

Anderson et Trueman (2000), attribuent au *Varroa jacobsoni* la classification suivante :

- Règne : Animal.
- S/Règne : Métazoaires.
- Embranchement : *Arthropoda*.
- Sous-embranchement : *Chelicerata*.
- Classe : *Arachnidae*.
- S/Classe : *Acari*.
- Super/ordre : *Parasitiformes*.
- Ordre : *Mesostigmata*
- S/Ordre : Monogynaspida
- Famille : *Varroidae*.
- Sous /Famille : *Varroinae*.
- Genre : *Varroa*.
- Espèce : *Varroa jacobsoni*..

1.2.4.3. Morphologie :

Le varroa est un acarien parasite hématophage de l'abeille adulte ainsi des larves et des nymphes. Pour sa forme générale, le varroa ressemble à un minuscule crabe « tourteau » dont la taille serait de l'ordre de millimètre. *Varroa jacobsoni* est une espèce d'acarien à dimorphisme sexuel très marqué. Chez les acariens, l'ontogénèse comprend six stades : prélarve, larve, protonympe, deutonympe, tritonympe et adulte.

▪ Le varroa femelle :

La femelle assure l'essentiel du rôle pathogène et la dissémination de la maladie. Elle a une forme elliptique plus large que longue et atteint en moyenne 1.1mm de longueur pour 1.6mm de la largeur soit environ la grosseur d'une tête d'épingle. Elle est de couleur brun claire à l'éclosion puis sa couleur fonce et prend un teint rougeâtre chez les individus les plus âgées.

La femelle, étant presque deux fois plus grande que le mâle, est facilement observable sur le corps des abeilles (Fig.1.6).



Figure1.6 : Femelle varroa adulte sur le corps des abeilles (Gilles, 2012).

La femelle varroa possède une spermathèque permettant le stockage des spermatozoïdes apportés par le mâle lors de la fécondation (Faucon et Fleche-Seban, 1988).

▪ **Le varroa mâle :**

Le mâle n'est pas adapté au parasitisme, puisque son corps est presque sphérique ; il ne dépasse guère 400mm, ne sort jamais de l'alvéole et il ne vit que pour la reproduction. Sa couleur vari du jaune clair au blanc. Il possède un corps mou et globuleux avec une pilosité réduite. Ses quatre paires de pattes ne sont pas recourbées vers l'arrière mais tendues vers l'avant (Robeaux, 1986 ; Faucon et Fleche-Seban, 1988). Son aspect, sa taille, sa couleur font qu'il est souvent confondu avec la protonympe et les jeunes deutonymphes (Fig.1.7).



Figure1.7 : Le mâle varroa adulte (Gilles, 2012)

1.2.4.4. Etude de la maladie :

La varroase est une maladie causée par l'acarien *Varroa jacobsoni* qui touche les larves. Les nymphes et les abeilles adultes (Grobov, 1976). La varroase est une maladie à déclaration obligatoire en France (Décret n° 2006-179 du 17 février 2006 portant création d'une liste de maladies à déclaration obligatoire et modifiant le code rural) (Légifrance.gouv.fr , 2011).

En Algérie, la varroase est classée comme une maladie réputée légalement contagieuse (MRLC) (Kebbab , 2014).

1.4.2.5. La Pathogénie

L'action pathogène du *varroa jacobsoni* va se développer sur l'abeille adulte et sur le couvain.

- **Au niveau du couvain**

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.

Au sein d'une colonie coexistent des abeilles indemnes du parasitisme et des abeilles possédant des séquelles de parasitisme.

Quand l'infestation de la colonie d'abeille par *Varroa jacobsoni* est faible, aucun symptôme clinique n'est visible et le parasitisme passe le plus souvent inaperçu. Lorsque l'infestation est modérée, la croissance de la population d'abeilles peut être affectée, ainsi que le niveau de production en miel.

- **L'expression clinique la plus caractéristique de la maladie est :**

- La présence d'abeilles traînantes au sol.
- Certaines ont les ailes écartées, déformées ou asymétriques.
- Le corps peut être noir dépourvu de poils. Le couvain est en mosaïque et paraît négligé.
- Une réduction brutale du nombre d'abeilles peut alors être observée.

- **Sur l'abeille adulte :**

L'action de l'acarien vient le plus souvent se surajouter à l'action déjà menée lors du développement du couvain :

- Une action 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.

- **Une action spoliatrice** : la spoliation des protéines qui a lieu au cours des repas de l'hémolymphe concerne en particulier les AMP ce qui conduit à une baisse d'immunité des abeilles et une sensibilité accrue aux maladies virales et bactériennes.
- **Une action vectrice** : lorsque le varroa se nourrit sur l'abeille adulte, il peut lui transmettre des virus dont il est vecteur, en particulier le virus de la paralysie aigue, le virus des ailes déformées DWV et le *Bacillus larvea* (agent de la loque américaine) (Fig.1.8).
- **Dans les colonies infestées**, on observe ainsi une réduction de la taille et de la masse corporelle des abeilles, une réduction de leur longévité et des troubles du comportement (diminution des vols et leur durée).

Au total, les colonies sont insuffisamment peuplées et les abeilles affaiblies. Une baisse de fertilité chez les faux-bourdons ou on observe une diminution du nombre de spermatozoïdes.

- Par ailleurs, leur capacité de vol étant réduite, ils ne possèdent pas la force physique pour prendre en chasse et féconder les jeunes reines.



Figure1.8 : Abeille adulte atteinte du DWV (Zioni et *al.*, 2011).

1.4.2.6. Moyens de lutte contre *Varroa jacobsoni* :

La lutte contre le varroa doit d'abord commencer par un dépistage afin de déterminer la présence ou l'absence du parasite et également évaluer le taux et le niveau d'infestation dans certains cas (Simoneau, 2004). Le dépistage s'effectue à partir des symptômes cliniques, des modifications morphologiques de l'abeille et surtout par la mise en évidence de la présence de varroa. A cet effet, plusieurs méthodes de dépistage ont été préconisées et que nous pouvons regrouper en deux principales : méthodes biologique et chimiques.

▪ **Méthodes biologiques :**

Selon Robaux (1985, 1986), le dépistage biologique a pour avantage de pouvoir être pratiqué à n'importe quelle époque de l'année sans nuire aux abeilles, aux produits de la ruche et à l'apiculteur.

A cet effet, il est recommandé de placer sur le plateau de quelques ruches un dispositif qui permet de recueillir les varroas morts. Il s'agit en général d'un corps gras, tel que la vaseline. Il sera recouvert d'une grille déposée sur toute la surface planchée de la ruche à fin de recueillir les varroas morts. Les langes seront ensuite retirés et examinés attentivement au moyen d'une loupe à main pour y détecter les varroas morts parmi les nombreux débris.

Cette méthode dure 15 jours pendant lesquels les langes sont remplacés chaque 2 ou 3 jours le nombre total de varroa mort durant cette période une ramené au nombre d'abeille de chaque colonie permettra de déterminer le taux d'infestation de chaque colonie (Fig.1.9).



Figure 1.9 : Méthode biologique d'estimation du taux d'infestation par *Varroa jacobsoni* (Photo personnelle).

Ritter et *al.*, (1983) cités par Benhamouda (1989) ont pu instaurer un barème permettant de déterminer l'importance de la parasitose et de juger l'opportunité ou non d'appliquer des traitements, ainsi :

***Jusqu'à 5% de varroa :** la colonie est considérée comme étant faiblement parasitée et aucun traitement ne s'impose dans l'immédiat.

***Entre 5% et 10% de varroa :** la colonie risque de s'affaiblir à la fin de l'hivernage si aucun traitement n'est entrepris.

***Entre 10% et 20% de varroa :** la colonie est fortement atteinte, le risque d'effondrement est grand. Les troubles au sein de la colonie sont surtout d'ordre morphologique et le renouvellement des abeilles n'est pas assuré.

***Entre 20% et 30% de varroa** : le nombre de varroa dépasse largement celui supporté par la colonie. Le couvain présent est considéré totalement occupé par des varroas et les abeilles qui vont naître seront totalement affaiblies et leur durée de vie raccourcie. La colonie s'effondra dans les jours à venir.

***Au-delà de 30% de varroas** : la colonie est totalement perdue et aucun traitement ne peut être envisagé.

▪ **Diagnostic chimique :**

Le diagnostic chimique fait appel à des produits chimiques constitue un prétraitement très utile à la colonie surtout lorsqu'elle est fortement infestée (Robaux, 1986). Les produits chimiques utilisés sont très variés et leurs modes d'administration différent selon les techniques employés. Nous trouvons des molécules administrés sous formes :

- Aérosol tel que l'amitraz.
 - Fumigation (Flobex-VA).
 - Evaporation
 - pulvérisation
- } Poudre, liquide

Notons que dans le diagnostic chimique, la pose des langes est obligatoire aussi. Certains produits chimiques ont une action très rapides et d'autre ont une action très lente (24 à 28h).

La chimiothérapie (méthode chimique) reste actuellement la principale base de traitement bien que les méthodes biologiques soient les seules pouvant assurer une efficacité meilleure. Parmi les lutttes biologiques on a l'utilisation d'huile essentielle.

1.3. Présentation des huiles essentielles

1.3.1. Définition :

De tout temps, le règne végétal a offert à l'Homme des ressources essentielles à son alimentation, à son hygiène et sa santé. Depuis les temps les plus anciens, les hommes ont utilisé des plantes aromatiques tant pour vénérer leurs dieux que pour se soigner.

Les huiles essentielles constituent la fraction volatile des métabolites secondaires produits par les végétaux. Depuis l'antiquité, ces substances ont été valorisées pour leurs propriétés culinaires et odorantes (Parry, 1969).

1.3.2. Localisation et lieu de synthèse :

Les huiles essentielles se localisent dans toutes les parties vivantes de la plante et se forment dans le cytoplasme de certaines cellules végétales spécialisées (Farhat, 2010). Elles peuvent être stockées et emmagasinées dans diverses structures de la plante telles que les poils Sécréteurs ou les trichomes, les cellules épidermiques, les cellules sécrétrices internes, les poches sécrétrices et les canaux sécréteurs. En conséquence, la dynamique du développement de ces structures ainsi que le processus sécréteur et le mécanisme ont une incidence indirecte avec la production d'huile et le potentiel du système producteur (Sharma et *al.*, 2003).

1.3.3. Les principaux domaines d'application d'huile essentielle :

Par leurs nombreuses et divers propriétés, les plantes aromatiques / médicinal et leurs essences trouvent leurs emploi dans de multiples domaines telles que ; l'agro- alimentaire, la pharmacie, la parfumerie, l'aromathérapie et la cosmétologie (Richard, 1992).

1.3.3.1. Pharmacologie :

De nombreuses huiles essentielles se trouvent dans la formule d'un très grand nombre de produit pharmaceutique : sirop, gouttes, gélules. Elles rentrent aussi dans la présentation d'infusion telle que : la verveine, le thym, la menthe et d'autres.

1.3.3.2. Aromathérapie :

En stimulant le système nerveux, les arômes des huiles essentielles lacent un ordre d'autorégulation. Plus précisément, l'aromathérapie prépare le corps à lutter contre la maladie en stimulant le réflexe d'auto-guérison et en modifiant la structure chimique des liquides corporels (la salive, le sang, la lymphe). Les huiles essentielles ont également une influence sur les sécrétions hormonales, sur l'équilibre endocrinien et sur les réactions neurovégétatives corporelles (Odoul, 2003).

1.3.3.3. Industries agroalimentaires :

Plusieurs segments alimentaires utilisent, à degrés divers, les huiles essentielles qui leur offrent un formidable potentiel de leurs notes aromatiques dans un registre infiniment varié. On les retrouve presque dans tous les secteurs alimentaires : boissons non alcoolisées, confiseries, produits laitiers, soupes, sauces, produits de boulangerie, produits carnés...etc. (Richard,1992).

1.3.4. Procédé d'extraction des huiles essentielles :**1.3.4.1. Hydro-distillation:**

C'est la méthode la plus ancienne et polyvalente pour l'obtention des huiles essentielle. Dans ce procédé, le matériel végétal est submergé d'eau qui est chauffée pour produire de la vapeur riche en substances aromatiques. Cette méthode donne de très bons résultats avec des poudres ou des matériels végétaux durs comme les graines et les racines. La production de la vapeur en utilisant un chauffage direct du végétal entrainerait des réactions d'hydrolyse ce qui va causer la perte de certains esters aromatiques (Lee et Lee, 2003).

1.3.4.2. Entraînement à la vapeur :

Dans cette technique une source externe de vapeur d'eau est utilisée. La vapeur d'eau passe à travers du matériel végétal au niveau de l'unité d'extraction et sort par le condenseur. Durant

le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange «eau + huile essentielle » (Meyer-Warnod, 1984). Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en deux phases bien distinctes: l'huile essentielle et l'eau aromatique (hydrolat). L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile (Lucchesi, 2005).

1.3.4.3. Expression à froid :

L'expression à froid est une extraction sans chauffage réservée aux agrumes. Le principe de ce procédé mécanique est fondé sur la rupture des péricarpes riches en huiles essentielles. L'huile essentielle ainsi libérée est entraînée par un courant d'eau. Une émulsion constituée d'eau et d'essence se forme. L'essence est alors isolée par décantation (Kimball, 1999; Ferhat, 2007). Cette technique permet l'expression à froid de l'huile essentielle des agrumes sans emploi d'eau, ce qui évite ainsi des altérations telles les hydrolyses ou les solubilisations de certaines classes de composés aromatiques (Martini, 1999).

1.3.4. Conservation des huiles essentielles :

Il est possible de réduire l'instabilité des molécules constitutives des huiles essentielles en utilisant des flacons de faible volume en aluminium, en acier inoxydable ou en verre brun, entièrement remplis et fermés de façon étanche, stockés à basses température, ou conservés sous atmosphère d'azote. On peut également recourir à l'adjonction d'autres antioxydants (Bruneton, 1993).

1.4. L'Eucalyptus *Eucalyptus globulus*

1.4.1. Présentation botanique et géographique de la famille des Myrtaceae

Les Eucalyptus appartiennent à la famille des Myrtacées grande famille de 72 genres et 300 espèces (genres Eucalyptus, Eugenia, Melaleuca, Myrta). Ils comptent environ 600 à 700 espèces et variétés (Warot, 2006). Ce sont des angiospermes, dicotylédones.

Les Myrtaceae est une famille de plantes dicotylédones, deux cotylédons sur l'embryon, deux feuilles constitutives de la graine. Ils sont répartis en 3000 espèces réparties en 134 genres environ. Ce sont des arbres et des arbustes, souvent producteurs d'huiles aromatiques des zones tempérées, subtropicales à tropicales, poussant principalement en Australie, en Amérique tropicale, région méditerranéenne, l'Afrique subsaharienne, Madagascar, tropicales et tempérées d'Asie, et les îles du Pacifique

1.4.2. Dénominations internationales

Français: eucalyptus, arbre de la fièvre, gommier bleu.

Anglais: blue gum tree;

Allemand: Eukalyptus blatter;

Arabe: Kalitus, Kalatus (Ghidira et *al.*, 2008).

1.4.3. Situation botanique

- **la systématique d'*Eucalyptus globulus***

-Classification d'*Eucalyptus globulus* (Ghidira et *al.*, 2008) :

- Règne : Plantae.

-Sous-règne : Tracheobionta.

-Division : Magnoliophyta.

-Classe : Magnoliopsida.

-Sous-classe :Rosidae.

-Ordre : Myrtales.

Famille : Myrtaceae.

Genre : Eucalyptus.

1.4.4. Description botanique de la plante

Les Eucalyptus sont de grands arbres dont certains peuvent dépasser 100 m de hauteur, mais la moyenne des espèces les plus courantes est de 40 à 50 m, d'autres ont des dimensions plus faibles (Traore et *al.*, 2013). Le tronc comprend une écorce à la base foncée et rugueuse. Les eucalyptus portent des feuilles persistantes, coriaces, glabres mais différentes en fonction de l'âge des rameaux: les jeunes rameaux possèdent des feuilles larges, courtes, avec un vrai limbe nervuré. Les rameaux plus âgés possèdent des feuilles aromatiques, falciformes, longues de 12 à 30 cm, étroites, pointues, épaisses, vert foncé, courtement pétiolées, alternes et pendantes verticalement (Goetz et Ghedira, 2012). Les fleurs naissent à l'aisselle des feuilles et sont de couleur blanc crème. Le fruit ligneux est une grosse capsule glauque prenant une teinte marron à maturité, dure, anguleuse, verruqueuse, et s'ouvrant légèrement par trois, quatre ou cinq fentes (qui dessinent une étoile à son sommet) pour libérer de nombreuses graines sombres et minuscules (Goetz et Ghedira, 2012). Les eucalyptus sont connus pour leur capacité à coloniser des terrains nus ou dévastés à cause de leurs graines très nombreuses (Fig.1.10).



Figure 1.10 : feuilles et du fruit de *Eucalyptus globulus* (photo personnelle)

1.4.5. Utilisations traditionnelles

L'arbre fut découvert en 1792 par Labillardière en Tasmanie. Le baron Ferdinand von Muller, directeur du Botanical Gardens de Melbourne, fit connaître ses qualités médicinales. Grimbert signala que l'eucalyptus était propre à assainir les régions marécageuses là où il était planté et qu'il désinfectait l'atmosphère par son essence volatile. En effet, les plantations d'eucalyptus ont été utilisées pour désinfecter la région d'Alger. Son action anti-malaérienne est vérifiée par la disparition de moustiques en Campanie (Italie), en Sicile, en Sardaigne et au lac Fezara en Algérie. Au XIX^e siècle, l'eucalyptus est considéré comme, antipyrétique, antalgique des céphalées, antispasmodique et béchique.

1.4.6. Les pays producteurs des huiles essentielles

Les pays producteurs sont : l'Espagne, le Portugal, le Sud de la France, l'Italie, l'Algérie, la Californie, le Mexique, le Brésil... En 1984, la production mondiale était de 1400 tonnes (Garnero, 2002). L'Australie produit en environ deux tiers (Batish et *al.*, 2008). En industrie pharmaceutique la substance la plus utilisée est l'eucalyptol, qui entre dans la préparation des baumes, des sirops, des pommades et des pastilles (Baba Aissa, 1999). L'huile essentielle de *E. globulus* est également utilisée en médecine, en soins dentaires, pour les produits désinfectants (Garnero, 2002). L'utilisation pharmaceutique des huiles essentielles de cette plante exige une teneur approximative de 70% en 1,8 cineole (Pereira et *al.*, 2004).

1.4.7. Activités biologiques des huiles essentielles de *E. globulus*

1.4.7.1. Activité antibactérienne et antifongique

Djenane et *al.*, (2011) ont démontré l'efficacité des huiles essentielles de *E. globulus* comme agent naturel de la conservation des aliments grâce à son effet antibactérien sur de nombreux micro-organismes, telles que les salmonelles avec des essais réussis de conservation des oeufs entiers liquides.

En outre, une très forte sensibilité des levures aux HEs des feuilles de *E. globulus* a été notée avec une concentration minimale inhibitrice de 1,13 à 2,25 mg/ml sur la flore bactérienne (Tyagi et Malik, 2011). Par contre, son efficacité est partielle vis à vis de *Aspergillus flavus* Link et *Aspergillus parasiticus* ainsi que sur l'aflatoxine B1 à une dose de 200 µl (Vilela et *al.*, 2009).

1.4.7.2. Activité antiparasitaire

De nombreuses études sur l'activité antiparasitaire des huiles essentielles de *E. globulus* ont été réalisées, exemple celle de Khodadad Pirali-Kheirabadi, (2009) contre *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *annulatus* où une concentration de 5% de cette huile a pu inhiber 25% de la reproduction chez ces parasites.