



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHESCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de master en science biologiques

Spécialité : Biologie et Contrôle des Populations d'Insectes

Sujet

**Effet de deux huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et
d'*Eucalyptus citriodora* sur l'acarien *Varroa destructor*
(Mesostigmata: Varroidae) parasite de l'abeille domestique
Apis mellifera (Hymenoptera: Apoidae)**

Présenté par :

M^{elle} IBRAHIM Kamilia.

M^{elle} SILEMI Ahlem.

Soutenu devant le jury :

Présidente: M^{me} LAKABI L.

MCA

UMMTO

Promotrice: M^{me} HABBI-CHERRIFI A.

MCB

UAMOB

Co-promotrice: M^{me} MEDJDOUB-BENSAAD F.

Professeur

UMMTO

Examinatrice: M^{elle} GUERMAH D.

MAB

UMMTO

Année universitaire : 2020 / 2021

Remerciements

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage et la patience pour pouvoir accomplir ce travail.

*Nous tenons avant tout à remercier Madame HABBİ-CHERİFI A.
D'avoir accepté d'être notre promotrice, elle a su nous conseiller, nous encourager et nous rassurer.*

Nos sincères remerciements s'adressent à notre Co-promotrice Madame MEDJDOUB-BENSAAD F. Pour ses conseils et sa bienveillance.

*Nous tenons également à remercier la Présidente du jury Madame LAKABI L.
D'avoir accepté de présider le jury.*

*Nos remerciements vont également à l'examinatrice madame GUERMAH D.
Qui 'a bien voulu examiner ce présent travail.*

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

*À celle qu'elle était la dans la tristesse et la joie, celle qui s'est sacrifiée
pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère*

À mon père qui m'a toujours encouragé et soutenu pour aller de l'avant

À mon adorable cher frère « Amine », tu es le meilleur frère à mes yeux

À mes deux chers sœurs « Ilham & Salsabil »

À mon grand-père et ma grand-mère

*À ma chère copine je tiens à te remercier pour ton soutien et ta présence
« Souhila »*

*À ma copine avec qui j'ai passé de bons moments mon binôme
« Kamilia »*

À toutes les personnes qui m'ont aidé pour réaliser ce travail

AHLEM

DEDICACES

Je dédie cet humble et modeste travail avec grand amour, sincérité et fierté

À la mémoire de mon cher père disparu trop tôt. J'espère que, de là où il est-il appréciera cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde !

À ma chère mère` tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte. En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier des sacrifices que tu as fait pour moi et l'affection dont tu m'as toujours entouré."

À mes tendres sœurs FERROUDJA, LEILA, SAFIA, KAHINA pour l'amour qu'elles me réservent je leur souhaite une vie pleine de bonheur et de succès.

À mes frères ADEL et LOUCIF qui ont été toujours présents pour moi.

À mon oncle KAMEL et sa femme DALILA et leurs filles FIFIA, MARJA, ANNA sans oublier TITA qui me sont très chers

À ma tante ZAZI et ses deux filles DEHBIA et FADILA

À mes chères tantes ROSA et YAMINA et tous les membres de leurs familles.

À mes chers cousins DADA, HAMIDE, KAMEL et AVICHU et tous les membres de leurs familles.

À mon âme sœur FATIMA et sa famille.

À mon binôme AHLLEM avec qui j'ai passé des bons moments inoubliables.

À mes chères et adorables copines chacune a son nom.

À la mémoire de mes grands-parents paternels et maternels.

À tous les membres de ma famille, et ceux qui me sont chers.

Kamilia

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction	1
---------------------------	---

Chapitre I : Généralités sur l'abeille domestique

1- Classification de l'abeille <i>Apis mellifera</i>	3
2-Morphologie général de l'abeille	4
3- Différentes castes d'une colonie	5
3-1- Reine	5
3-2- Mâles ou faux-.....	5
3-3- Ouvrière.....	6
4-Cycle de développement d'abeille	6
5- Différents produits de la ruche	7
5-1- Miel.....	7
5-2- Gelée	7
5-3- Cire.....	7
5-4- Propolis.....	8
5-5- Pollen.....	8
6- Maladies et les ennemis des abeilles	8
6-1- Maladies du couvain	8
6-1-1-Maladies d'origines bactériennes	9
6-1-1-1-Loque européenne.....	9
6-1-1-2-Loque américaine.....	9
6-1-2- Mycoses.....	10
6 -2- Maladies des abeilles adultes	11
6-2-1- Nosémose	11
6-2-2- Acariose intrachéenne.....	11
6-2-3- Septicémie	11
6-3- Maladies communes du couvain et des abeilles adultes	11
6-3-1- Virus de la paralysie aiguë (ABPV)	11
6-3-2 -Virus des ailes déformés (DWV)	11
6-3-3- Varroase	12

CHAPITRE II : Généralités sur le parasite *Varroa destructor*

1-Historique.....	13
2-Systématique.....	13
3- Morphologie de parasite.....	13
3-1- Formes matures	14
3-1-1- Varroa femelle	14
3-1-2-Varroa mâle.....	14
3-2- Formes immatures du varroa	15
3-2-1-Œuf	15
3-2-2- Larve	15
3-2-3-Protonymphe	15
3-2-4- Deutonymphe.....	16
4-Cycle de développement	16
4-1-Phase de reproduction.....	16
4-1-1- Ponte de la fondatrice	17
4-2-Phase phorétique	18
5-Propagation de la parasitose	18
6- Nutrition	18
7-Action de varroa sur l'abeille	18
7-1-Action spoliatrice	18
7-2- Action mutilante.....	18
7- 3- Action mécanique	19
8-Moyens de lutte contre <i>Varroa destructor</i>	19
8-1- Lutte chimique.....	19
8-2- Lutte biotechnique.....	19
8-2-1- Blocage de la ponte	20
8-2-2- Retrait du couvain de mâle.....	20
8-3- Lutte naturelle.....	20
8-3-1- Application des acides organiques	20
8-3-1-1-Acide oxalique	20
8-3-1-2- Acide formique	20
8-3-2- Application des huiles essentielles	20

2Chapitre III : Matériel et méthodes

1- Matériel	22
1-1- Matériel de laboratoire.....	22
1-2-Matériel biologique.....	22
a- <i>Eucalyptus globulus</i>	22
b- <i>Eucalyptus citriodora</i>	24
2-Méthodes	25
2-1-Méthodes d'échantillonnage des abeilles	25
2-2-Méthode d'échantillonnage du varroa	26
2-3-Méthode utilisée pour tester l'effet des huiles essentielles laboratoire	26
2-3-1- Méthode utilisée pour tester l'effet des huiles essentielles sur l'abeille	26
2-3-2-Méthode utilisée pour tester l'effet des huiles essentielles sur varroa	26
3-Analyses statistiques	28

Chapitre IV résultats et discussion

I-Résultats.....	29
I-1-Effet de la durée d'expositions.....	29
I-1-1-Effet de la durée d'exposition sur la mortalité des abeilles	29
I-1-2- Effet de la durée d'exposition sur la mortalité du varroa.....	30
I-2-Effet des huiles essentielles.....	32
I-2-1-Effet des huiles essentielles sur les abeilles	32
I-2-2-Effet des différentes huiles essentielles sur varroa	33
II- Discussion	34
Conclusion	36

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Répartition originelle du genre <i>Apis</i>	3
Figure 2 : Morphologie général de l'abeille.....	5
Figure 3 : Cycle évolutif des deux castes d'abeilles	7
Figure 4 : La loque européenne.....	9
Figure 5 : Signes observés dans le couvain lors de la loque américaine.....	10
Figure 6 : Photos d'ailes antérieures et postérieures d'une abeille	12
Figure7 : Femelle <i>Varroa</i> adulte sur le corps des abeilles.....	14
Figure 8 : Le <i>varroa</i> mâle adulte	15
Figure 9 : Composition normale d'une famille <i>V. destructor</i>	16
Figure10 : Développement de <i>varroa destructor</i> au sein du couvain.....	17
Figure11 : Rameaux et feuilles d' <i>E. globulus</i>	22
Figure12 : Feuille et fruit d' <i>Eucalyptus citriodora</i>	24
Figure13 : La méthode utilisée pour tester l'effet des huiles sur abeille.....	26
Figure14 : Les différentes étapes du test sur <i>varroa</i>	27
Figure15 : Effet de la durée d'exposition aux huiles sur la mortalité des abeilles.....	29
Figure16 : Effet de la durée d'exposition aux huiles sur la mortalité du <i>varroa</i>	31
Figure17 : Effet des huiles essentielles sur les abeilles.....	32
Figure 18 : Effet des huiles essentielles sur le parasite <i>V.destructor</i>	33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile d' <i>E. globulus</i>	25
Tableau 2 : Composition chimique de l'huile d' <i>E.citriodora</i>	26
Tableau 3 : Analyse de la variance de l'effet de la durée d'exposition aux huiles essentielles sur les abeilles	30
Tableau 4 : Analyse de la variance de l'effet de la durée d'exposition aux huiles essentielles sur varroa.....	31
Tableau 5 : Analyse de la variance de l'effet des huiles essentielles sur les abeilles	33
Tableau 6 : Analyse de la variance de l'effet des huiles essentielles sur varroa.....	34

INTRODUCTION

L'abeille domestique « *Apis mellifera* » est essentielle à la vie sur terre et constitue un modèle privilégié pour les scientifiques. Son étude permet de mieux connaître la contribution de cet insecte sur le plan écologique et économique (Charpentier, 2013).

Les abeilles jouent un rôle primordial dans les diverses phases de la vie de nombreuses espèces végétales et animales ainsi que le maintien de la biodiversité des écosystèmes (Straub, 2007). Encore, cet insecte présente un intérêt économique très important, non seulement par rapport à ses différents produits exploités comme : le miel, le pollen, la gelée royale...etc. mais aussi par son rôle fondamentale dans la pollinisation. Si les abeilles disparaissaient, diverses plantes ne pourraient plus se reproduire et disparaîtraient. Sa disparition entraînerait de graves problèmes pour la nature et pour l'espèce humaine. Pour cela la conservation de l'abeille est une préoccupation majeure de l'homme.

En effet, l'abeille est exposée à divers agents défavorables tels que le changement climatique, modifications du paysage entraînant la réduction des ressources florales, l'exposition à des substances chimiques (produits phytosanitaires), ainsi que de différentes pathologies dont la plus redoutable et la plus répandue est « la varroase ». Celle-ci est due à un acarien ectoparasite appelé *Varroa destructor* (Straub, 2007). De prévalence mondiale, ce parasite est responsable de nombreux dommages à l'échelle individuelle et de la colonie (Mondet *et al.*, 2016), il se reproduit si vite qu'il détruit après deux à trois années d'infection des colonies entières ou alors entraîne une perte de leur vigueur ce qui les soumet à des infections secondaires, d'origine virale et bactérienne accélérant ainsi leur extinction (Faucon et Le conte, 2002).

Varroa destructor constitue toujours l'un des grands fléaux de l'apiculture. Pourtant, des moyens de lutte efficaces existent à travers l'emploi de traitements chimiques qui correspondent à l'utilisation de plusieurs familles de pesticides à l'intérieur de la ruche (Bogdanov, 2006; Hanbrugge *et al.*, 2006) qui peuvent provoquer une pollution des produits des ruches et l'affaiblissement des colonies ; Ils sont toxiques, non seulement pour les abeilles, mais également pour l'homme et l'environnement (Faucon *et al.*, 2007). Depuis quelques années, une progression des phénomènes de résistances vis-à-vis de ces molécules est observée, ce qui met à mal l'utilisation de ces moyens de lutte sur le long terme. C'est ainsi que, depuis une dizaine d'années, les apiculteurs ont accès à une nouvelle voie de recherche par l'application de produits d'origine naturels tels que les huiles essentielles extraites de plantes médicinales et aromatiques qui offrent une solution valide car leur présence est normale dans l'ambiance de la ruche. (Colin *et al.*, 1986). Ces traitements

«biologiques» se sont avérés très efficaces, et leurs résidus présentent moins de nocivité pour la santé et permettent d'élargir la palette des traitements et réduire l'apparition de résistance du varroa (Berkani et Ghalem- Berkani, 2009).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail dont l'objectif est de déterminer au laboratoire l'effet acaricide de deux huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et l'*Eucalyptus citriodora* sur le parasite *V.destructor* ainsi que leurs effets sur l'abeille locale *A.mellifera intermissa*.

Notre étude comporte deux parties :

La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique sur la biologie de l'abeille domestique *Apis mellifera* Linnaeus et du parasite *Varroa destructor* ; ainsi que sur les moyens de lutte contre cet ectoparasite.

La seconde partie, expérimentale, basée sur la détermination au laboratoire de l'efficacité de deux huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et l'*Eucalyptus citriodora* dans la lutte biologique contre ce parasite.

Nous terminons notre étude par une conclusion et perspectives.

CHAPITRE I
GÉNÉRALITÉS SUR
L'ABEILLE DOMESTIQUE
APIS MELLIFERA

1- Classification de l'abeille *Apis mellifera*

Les abeilles sont des insectes qui font partie de l'ordre des Hyménoptères et de la super famille des Apoidea. Cette dernière comprend 6 familles, 130 genres et plus de 20.000 espèces vivant majoritairement en solitaire, sauf pour la famille des Apidés (Catays., 2016).

Les quatre grandes espèces les plus connues sont :

-*Apis florea*, « abeille naine ». Elle vit en Inde, en Malaisie ainsi que sur les îles de Java et de Bornéo, en Indonésie.

-*Apis dorsata*, « abeille géante ». Elle occupe un large territoire de l'Asie sud-orientale (Inde, sud de la Chine, Philippines, archipel indonésien).

-*Apis cerana*. Elle vit en Asie méridionale et orientale.

-*Apis mellifera* originaire de l'Afrique, qui aurait atteint l'Europe après la dernière glaciation et aurait été introduite par l'homme sur d'autres continents, comme l'Amérique et l'Australie (Fig.01). C'est Linné qui, en 1758 décrit pour la première fois l'abeille occidentale comme *Apis mellifera* qui vient du latin « mellis » miel et « ferre » porter. Par la suite, le terme *mellifica* serait plus approprié puisque l'abeille ne fait pas que transporter le miel mais elle le produit à partir du nectar des fleurs butinées (Guerzou *et* Nadji., 2002; Terzo *et* Rasmont , 2007).

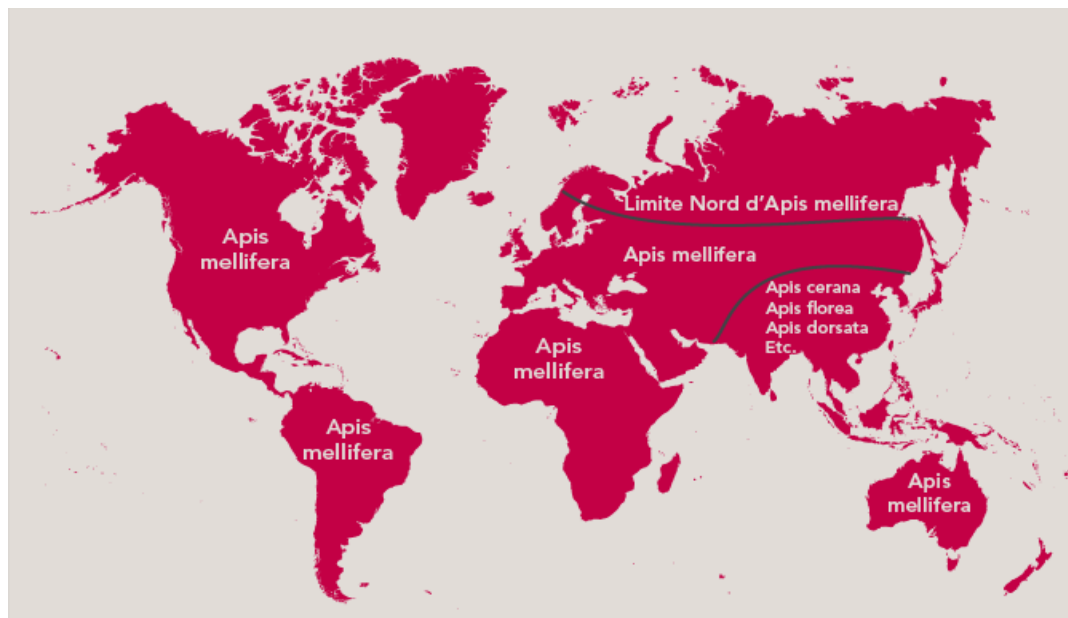


Figure 01 : Répartition originelle du genre *Apis* (Guerriat, 2017).

Le conte (2002) rapporte que l'abeille domestique appartient à la position systématique suivante

Règne :	Animalia
Embranchement :	Arthropoda
Sous-embranchement :	Hexapoda
Classe :	Insecta
Sous-classe :	Pterygota
Ordre :	Hymenoptera
Sous-ordre :	Apocrita
Infra-ordre :	Aculeata
Super-famille :	Apoidea
Famille :	Apidae
Sous-famille :	Apinae
Genre :	<i>Apis</i>
Espèce :	<i>Apis mellifera</i>

2-Morphologie général de l'abeille

Le corps de l'abeille est enveloppé d'une cuticule faite de chitine, qui assure un exosquelette rigide, il est également composé de 11 articles chez le mâle, 10 chez l'ouvrière (Prost, 2005). Le corps est divisé en trois segments : la tête, le thorax et l'abdomen (Fig.02):

-Le thorax est composé de trois segments soudés, chacun portent une paire de pattes. Chaque patte a la même organisation fondamentale : elle est constituée de plusieurs articles, du corps vers l'extrémité de la patte, coxa (ou hanche), trochanter, fémur, tibia et tarse, lui-même divisé en cinq articles. Les deux paires d'ailes sont portées par les deux derniers segments du thorax. Une vingtaine de crochets, situés sur le bord de l'aile postérieure, les rendent solidaires pendant le vol.

- L'abdomen se divise en sept segments chez la femelle, huit chez le mâle, dont le premier est uni au thorax

En outre, la majorité des sens de l'abeille est perçue grâce à leurs deux antennes. Ce sont de véritables organes sensoriels qui assurent entre autres l'ouïe et l'odorat. Cependant, la vision est assurée par cinq yeux situés sur la tête. Deux gros yeux composés qui assurent la vision au loin et l'orientation du vol par rapport au soleil. En plus, trois yeux simples ou ocelles, situés au sommet de la tête, leur permettent de percevoir, entre autres, les changements de luminosité. Les abeilles ont un appareil buccal de type broyeur-lécheur (Prost, 2005).

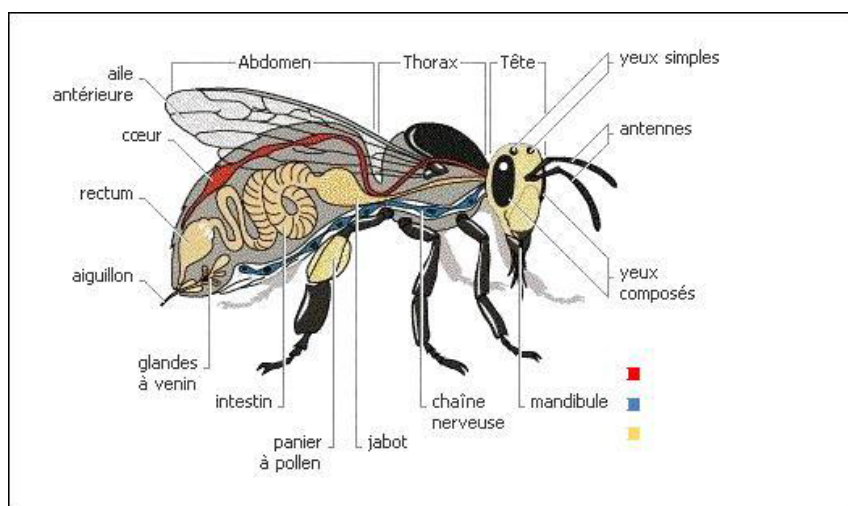


Figure 2 : Morphologie général de l'abeille. (Hennebelle, 2010).

3-Différentes castes d'une colonie

Les abeilles sont divisées en castes ayant des rôles bien précis à accomplir dans la ruche (Amirat, 2014). Ces castes sont représentées par une reine, des ouvrières et des faux bourdons. Ils présentent une forte différence sur le plan morphologique comme dans leur espérance de vie (Bakiri, 2018). Une colonie d'abeilles compte environ 40.000 à 60.000 individus durant la belle saison pour chuter en hiver à 15 000 ou 5 000 ouvrières sans mâles (Maréchal, 2014).

3-1-La reine : Il y a en principe une seule reine par ruche, c'est la mère de toute la colonie. Elle est l'individu le plus important de la colonie car elle est la seule à pondre des œufs : entre 1000 et 4000 par jours (Ayme, 2014), comme elle intervient à la production de phéromones pour qui assurent le maintien et le contrôle de la colonie (Debysscher, 2018). La reine se reconnaît par des pattes plus longues, ainsi que par un thorax plus développé que ceux des ouvrières et un abdomen plus allongé (Waring et Waring, 2012). Sa durée de vie est de 1 à 5 ans.

3-2-Les mâles (ou faux-bourdons) : Les œufs non fécondés, haploïdes, engendrent des mâles appelés faux bourdons (Baer, 2005). Leur rôle essentiel est la fécondation des reines, comme ils participent à la ventilation de la ruche. Ils ne butinent pas, ne possèdent ni corbeilles à pollen ni glandes cirières, ni celles de Nasanov, ni de glandes à venin (Philippe, 2007). Leur nombre est variable suivant les saisons. Ils sont présents au printemps puis seront rejetés et éliminés à la fin de la miellée d'automne. Leur espérance de vie dépasserait rarement les 60 jours (Page et Peng, 2001).

3-3-Les ouvrières : Ce sont des femelles stériles dont l'appareil génital est atrophié (Clément, 2009; Biri, 2002). Les ouvrières sont diploïdes qui résultent d'œufs fertilisés (Wendling., 2012). Elles naissent environ 21 jours, après incubation dans les alvéoles. Elles accomplissent tous les travaux de la ruche. La distribution des différentes tâches à l'intérieur de la ruche se fait en fonction de la démographie (polyéthisme d'âge). Les jeunes ouvrières occupent des simples travaux à l'intérieur de la ruche (Seeley, 1983), elles s'occupent entre autres, de la construction des bâtisses, du nettoyage des alvéoles après la naissance des abeilles, de la nourriture des larves, de l'accumulation des réserves de miel et de pollen, de la transformation dans leur jabot du nectar et du miel, etc (Philippe, 2007). Les plus âgées sont des butineuses (Seeley, 1983).

4- Cycle de développement d'abeille

Les abeilles sont dites insectes holométaboles ou à métamorphose complète. Elles sont complètement différentes à l'état larvaire et à l'état adulte (Biri., 2010). Elles ont quatre stades de développement : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte. Les trois premiers stades constituent ce qu'on appelle le couvain (Ayme, 2014) ^a. Selon Berkani et al, (2014), l'incubation de l'œuf dure environ trois jours au terme desquels les enveloppes de l'œuf se déchirent et permettent ainsi l'éclosion de la jeune larve. Pendant les trois premiers jours, les larves sont nourries exclusivement de la gelée royale. A partir du 4^{ème} jour certaines larves choisies par les ouvrières continuent à être alimentées de gelée royale et deviennent reines, les autres larves sont les futures ouvrières et sont nourries avec du miel et du pollen (Vonfrishi, 2011). Le développement de l'abeille passe par 6 mues. Quatre de ces mues ponctuent la croissance de la larve, la cinquième termine l'état larvaire par le passage à l'état de nymphe, la sixième donne naissance à l'adulte parfait ou imago (Fig.03).

La reine a le cycle le plus court, d'une durée moyenne de 16 jours, alors que les mâles ont le cycle le plus long : environ 24 jours. Le cycle des ouvrières est intermédiaire, avec une durée d'environ 21 jours (Prost, 2005).

Cycle évolutif des 2 castes d'abeilles

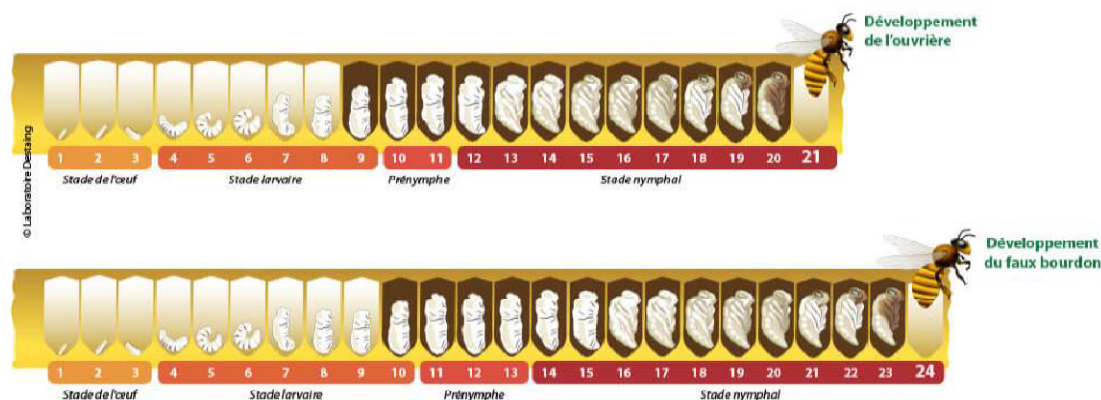


Figure 03 : Cycle évolutif des deux castes d'abeilles. (Ayme, 2014).

5-Différents produits de la ruche

5-1-Le miel

Selon Blanc (2010), Le miel est défini comme étant la denrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar des fleurs ou de certaines sécrétions provenant de parties vivantes de plantes. En effet, elles butinent, transforment, combinent avec des matières propres, emmagasinent et laissent mûrir dans les rayons de la ruche. Cette denrée peut-être fluide, épaisse ou cristallisée.

5-2-La gelée royale

La gelée royale est un aliment complet très riche. Elle est synthétisée par les glandes mandibulaires et hypopharyngiennes des abeilles ouvrières pour nourrir la reine et les larves (Knecht, et Kaatz, 1990). Pendant les 3 premiers jours de leur vie, lorsqu'elles reçoivent de la gelée royale, le poids des larves est multiplié par 1800 (Yeung et Argüelles, 2019).

5-3-La cire

La cire d'abeille est une matière molle, jaunâtre et fusible produite par les glandes cirières des ouvrières. Les glandes cirières, situées sur la face ventrale de l'abdomen de l'abeille excrètent des lamelles ou «écailles» de cire transparente, cette cire est confiée aux bâtisseuses. L'abeille l'utilise pour construire des cellules hexagonales qui contiennent selon les besoins de la ruche, le couvain, le miel ou le pollen. Elle l'utilise également en fine couche pour operculer les alvéoles contenant le couvain et le miel (Sebihi et Bouanaka, 2017).

Propolis

La propolis est la substance composée par les abeilles pour protéger la ruche, grâce à certains éléments naturels comme les résines végétales secrétées par les bourgeons et l'écorce de certains arbres. Les insectes vont l'appliquer à l'intérieur et à l'extérieur de la ruche pour fortifier et assainir l'environnement et également s'en enduire le corps pour se protéger des maladies et des ennemis naturels. Ainsi, l'abeille va l'utiliser pour boucher les ouvertures, lisser les parois et surtout désinfecter la ruche (Cherbuliez, 2003).

5-5-Le pollen

Le pollen, contenu dans les anthères. Situés à l'extrémité des étamines, est l'appareil sexuel mâle des fleurs. C'est une matière première fondamentale pour les abeilles, mais aussi un produit de la ruche. Une colonie en récolte environ 20 à 40 kg par an (Bradbear, 2010). La composition du pollen varie en fonction de son origine florale. C'est l'unique source protéique (20 à 35% de la matière sèche) et la principale source de vitamines, de lipides et de sels minéraux (essentiellement potassium, phosphore, fer, manganèse, zinc et cuivre) des abeilles (Adam, 2011).

5-6-Le venin

Il est secrété par deux glandes situées dans l'abdomen de la femelle, conservé dans un réservoir à venin. Lorsqu'une abeille pique, le venin est pompé dans la victime à l'aide d'aiguillon. C'est un liquide semblable à un sirop, de couleur jaunâtre et opalescent. Son goût est amer, son odeur est semblable à celle du miel et son pH est acide (Bechet, 2002).

6- Maladies et ennemis des abeilles

Diverses maladies peuvent être la cause de la perte des colonies d'abeilles soit en visant les adultes ou le couvain soit les deux à la fois.

6-1-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 (Amimer –Hacib, 2017). Si le problème persiste, il manquera la génération qui prendra la relève des butineuses en fin de vie. Parmi les maladies les plus graves et réputés également contagieuses, nous présentons quelques une dans ce qui suit :

6-1-1-Maladies d'origines bactériennes

6-1-1-1-La loque européenne

La loque européenne est une maladie du couvain « ouvert » (non operculé), causée par une bactérie Gram positif, *Melissococcus plutonius*. Elle est souvent associée à d'autres agents pathogènes comme *Paenibacillus alvei*, *Enterococcus faecalis* ou encore *Lactobacillus eurydice* (OIE, 2008). Le rôle de ces agents secondaires est encore mal compris. La majeure partie des colonies infectées a peu de signes cliniques évidents. La loque européenne est cosmopolite et présente dans la majorité du monde.

L'Afrique centrale et la Nouvelle-Zélande sont encore épargnées (Rey, 2012). Ce sont les adultes qui sont porteurs de la bactérie, pour autant sans être malades. Au sein de la ruche, les larves se contaminent en ingérant les germes (Fig.04). Une fois ingérées, les bactéries se multiplient dans l'intestin moyen et spolient une partie de la nourriture. L'appétit de la larve augmente alors pour compenser (OIE, 2008). (Fig.04). Les spores peuvent survivre jusqu'à 35 ans dans la ruche (Simoneau, 2002), ce qui rend son contrôle difficile (Glare et O'callaghan, 2008).



Figure 4 : La loque européenne (Faucon et Chauzat, 2008).

a -Larves d'abeilles saines. **b** - Larves d'abeilles atteintes par *Melissococcus plutonius*.

6-1-1-2-La loque américaine

C'est une maladie infectieuse et contagieuse de l'abeille *Apis mellifera*, qui affecte le couvain operculé), due à une bactérie gram+ *Paenibacillus larvae* (Hansen et Brødsgaard, 1999). *P. larvae* se présente sous deux formes, végétative et sporulée. Les spores sont extrêmement thermostables et résistantes aux agents chimiques. Seules les spores sont capables d'induire la maladie et font de *P. larvae* sa dangerosité. La maladie se traduit par la

mort des larves altérant le renouvellement des ouvrières. Les larves sont visqueuses et le couvain est en mosaïque (Vidal-Naquet, 2010) (Fig.5). Les abeilles adultes ne sont pas atteintes mais disséminent rapidement la bactérie au cours des activités de nettoyage du couvain touché par la maladie. De même, les colonies affaiblies par la maladie seront victimes de pillage et représentent donc une source de contagion pour les ruches et les ruchers avoisinants. L'infection s'attaque à tous les stades de développement de la larve, elle se fait par voie orale, par ingestion de nourriture souillée par les germes que les ouvrières régurgitent pour les nourrir.

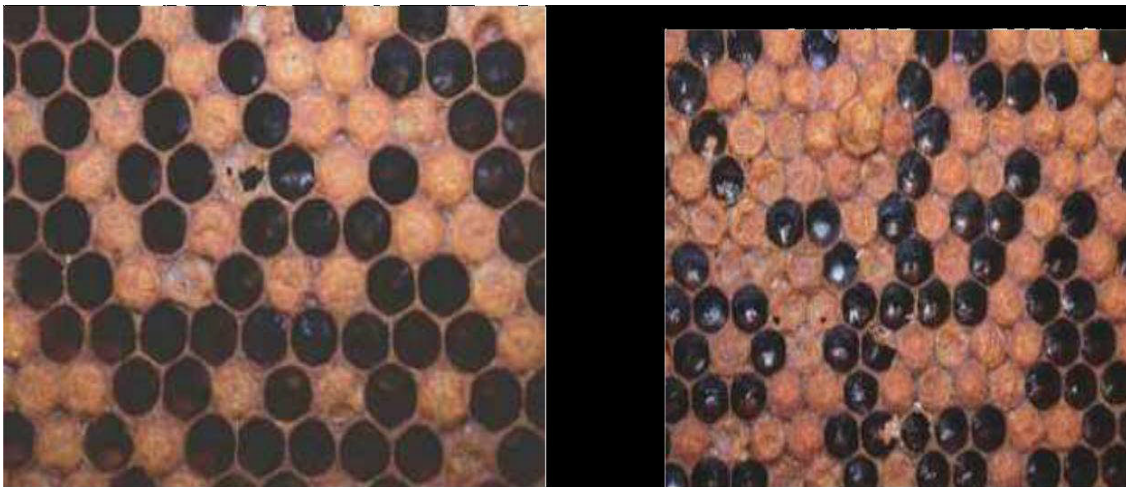


Figure 5 : Signes observés dans le couvain lors de la loque américaine (Faucon, 1992).

6-1-2-Les mycoses

Ce sont des maladies provoquées par des champignons (Faucon, 1992). Les deux mycoses les plus importantes qui présentent des caractères pathogènes dans les ruches sont :

- L'ascophérose ou couvain plâtré causé par *Ascophæra apis*, qui appartient à la classe des Ascomycètes. Ce champignon affecte le couvain et provoque la moisissure du pollen et qui apparaît surtout en hiver (Biri, 1997).
- L'aspergillose ou aspergilomycose causé par *Aspergillus flavus* et attaque l'abeille à tous les stades de son développement (Winston, 1993).

6-2-Les maladies des abeilles adultes

6-2-1-La nosérose

Est une maladie des trois castes d'abeilles adultes qui affecte le système digestif (Colin *et al*, 2008). Une maladie contagieuse très grave provoquée par un champignon unicellulaire protozoaire *Noséma apis* identifié par Zander en 1909 (Bailey, 1955). Toutefois, l'infection par *Noséma apis* est la plupart du temps asymptomatique et son rôle pathogène direct est discuté. Ce ne serait qu'au gré de facteurs favorisants qu'elle entraînerait des symptômes. C'est pourquoi certains chercheurs pensent que c'est une maladie opportuniste (Colin *et al*, 2008). Les *Nosema* existent sous deux formes :

- Une forme de résistance et de dissémination : la spore.
- Une forme végétative de multiplication.

6-2-2-L'acariose intrachéenne (L'acariose des trachées)

Est une maladie parasitaire qui touche le système respiratoire de l'abeille domestique *Apis mellifera*. Elle concerne les trois castes d'adultes. Il est due à un acarien *Acarapis woodi* Rennie 1921 qui se nourrit de l'hémolymphe de l'abeille et le nombre élevé de parasites dans la trachée obstrue l'entrée d'air (Amimer –hacib, 2017).

6-2-3-La septicémie

Est causée par la bactérie *Bacillus apicepticus*, qui envahit l'hémolymphe des abeilles adultes et entraîne leur mort (Coineau et Fernandez, 2007).

6-3-Les maladies communes du couvain et des abeilles adultes

6-3-1- Virus de la paralysie aiguë (ABPV)

Avant la propagation de l'acarien *Varroa destructor*, ce virus n'a été jamais associé à une mortalité ou une maladie au niveau de la colonie (Bailey et Gibbs, 1964 ; Bailey *et al*, 1981). Il a été détecté dans le cerveau, dans les tissus et les glandes salivaires des abeilles (Bailey et Milner, 1969). En Europe, de grandes quantités de virus ont été détectés sur des abeilles adultes et du couvain des colonies mortes fortement infestées par *Varroa destructor* (Faucon *et al*, 1992).

6-3-2 -Virus des ailes déformés (DWV)

Le virus des ailes déformées (Fig.6) touche les œufs, larves, nymphes et abeilles adultes (Allen et Ball, 1996). Ce même virus peut être détecté dans toutes les parties du corps de l'abeille (Yue Et Gensch, 2005). Les nourrices infectées transmettent le virus aux jeunes larves par le biais de la gelée larvaire (Ball, 1987). Les abeilles adultes se transmettent le virus lors de la trophallaxie (Bowenwalker *et al*.1999).

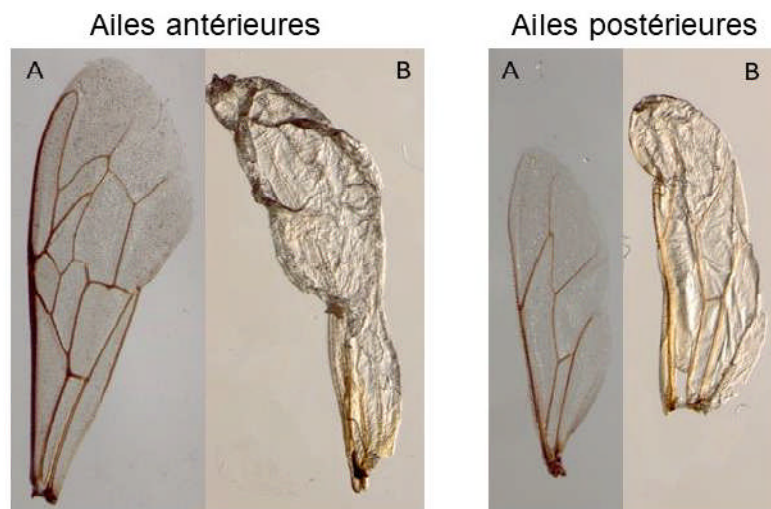


Figure 6 : Photos d'ailes antérieures et postérieures d'une abeille saine (A) et d'une abeille présentant des signes de déformation des ailes par le virus des ailes déformées(B) (DWV) (Chatziastros A, 2003).

7-3-3- La varroase

La varroase est une ectoparasitose qui affecte les abeilles adultes et le couvain. Elle est provoquée par l'acarien *Varroa destructor*, qui se multiplie dans le couvain. La varroase est un facteur d'affaiblissement important et de mortalité pour les colonies, Les acariens ingèrent l'hémolymphe des abeilles adultes en perforant la membrane intersegmentaire située entre les segments abdominaux ou thoraciques. Les abeilles ainsi infestées montrent une durée de vie raccourcie, des changements de comportement et une sensibilité accrue aux maladies (Faucon JP, 2003).

CHAPITRE II
GÉNÉRALITÉS SUR LE
PARASITE *VARROA*
DESTRUCTOR

1-Historique

Varroa destructor dérive génétiquement de *Varroa jacobsoni*, décrit par Oudemans en 1904 sur l'abeille *Apis cerana*, une espèce asiatique chez laquelle le parasite semble bien adapté sans gêne au développement des colonies (Bertrand, 2003). A l'origine séparées par 600 km, les aires de répartition des abeilles *Apis mellifera*, jugée plus productive, et *Apis cerana* ont été superposées en Asie par l'importation massive, après la Première Guerre Mondiale (Noireterre, 2011). Le changement d'hôte vers *A.mellifera* s'accompagna d'une forte pathogénicité. Le parasite s'est étendu rapidement vers l'Ouest au gré des transhumances et des importations de reines et atteint la Tunisie en 1975 (Ttreilles, 2002). A la même époque, l'importation de colonies en provenance du Pakistan par un institut de recherche allemand entraîne une explosion de la maladie en Europe occidentale (Noireterre, 2011). La France est officiellement touchée en 1982 à Wissenbourg (Bas-Rhin), probablement par contamination allemande. En moins de vingt ans, à la faveur des échanges commerciaux, les Amériques, puis le monde entier, ont été envahis par *Varroa destructor*. Seule l'Australie est actuellement encore indemne grâce à des protocoles de quarantaine stricts dans les cas d'importation (Australia government, 2012).

2-systématique

Selon anderson et Trueman (2000), le *varroa*, appartient à la classification suivante :

- Règne : Animalia
- Embranchement : Arthropoda
- Sous -embranchement : Chelicerata
- Classe : Arachnida
- Super/ ordre : Anactinotrichida
- Ordre : Gamasida
- Famille : Varroidae
- Sous/ famille : Varroinae
- Genre : *Varroa*
- Espèce : *Varroa destructor*

3- Morphologie de parasite

Le varroa est un acarien parasite hématophage de l'abeille adulte ainsi que 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. Il présente un dimorphisme sexuel très marqué à l'état adulte ; la femelle étant presque deux fois plus grande que le mâle et elle est facilement

observable sur le corps des abeilles adultes. La femelle présente la forme de résistance et de dissémination, tandis que le mâle et les formes immatures (larves et nymphes) sont cachés dans le couvain operculé (Fernandez et Coineau, 2002).

3-1-Les formes matures

3-1-1-Le varroa femelle

Visible à l'œil nu, elle a un corps de forme ellipsoïdale, plus large que long : en moyenne 1,1 mm de longueur pour 1,6 mm de 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 âgés (Fernandez et Coineau, 2002). Dorsalement, il existe une seule plaque appelée sclérite dorsale recouverte de centaines de soies sensorielles et de protection; la face ventrale présente quant à elle tous les organes essentiels à savoir : appareil buccal, appareil respiratoire, appareil excréteur, appareil locomoteur et appareil reproducteur. Latéralement et de chaque côté s'insèrent 4 paires de pattes. A l'avant du corps se trouve la bouche, elle est bordée de lèvres d'où partent les chélicères très durs, effilés et dentés qui servent à percer la membrane inter segmentaire de l'abeille aux fins de nutrition et de fixation (Fig.08). L'appareil buccal est donc de type piqueur suceur (Lhomme, 1990), ce qui explique que c'est la femelle qui est responsable de la pathogénie.



Figure 7 : Femelle Varroa adulte sur le corps des abeilles (Gilles, 2012).

3-1-2-Le varroa mâle

Le mâle n'est pas adapté au parasitisme, puisque son corps est presque sphérique ; il ne dépasse guère 400 µm, ne sort jamais de l'alvéole et il ne vit que pour la reproduction. Sa couleur varie du jaune clair au blanc (Fig.09). Il possède un appareil buccal non adapté à la succion de l'hémolymphe. Les chélicères sont transformées en spermiodactyles : une sorte de canule permettant l'injection des spermatozoïdes dans l'appareil génital de la femelle. Par cette modification des chélicères, le varroa mâle est incapable de percer la cuticule de son

hôte, il se trouve seulement dans les alvéoles operculés ou une femelle fondatrice est enfermée. Il peut alors se nourrir par succion de l'hémolymph au niveau des plaies infligées par la femelle (Lhomme, 1990). Il meurt rapidement après l'émergence de la jeune abeille parasitée (Vidal-Naquet, 2015).



Figure 08 : Le varroa mâle adulte (Gilles, 2012).

3-2- Formes immatures du varroa

On distingue quatre stades immatures (Fig.9) :

3-2-1-L'œuf

Le premier œuf de *V. destructor* est pondu environ 60 à 70 heures après l'operculation de l'alvéole, que ce soit dans le couvain d'ouvrières ou de faux-bourçons (Donze et Guerin, 1994 ; Martin, 1995). Ce premier œuf donnera un mâle. L'œuf est blanc, il présente une consistance élastique et une forme ovoïde. Il mesure environ 30 μm de long et 230 μm de large. Les œufs ne peuvent pas être confondus avec les fèces d'acariens qui sont des filaments blancs, lisses et allongés (Lux, 1987).

3-2-2-La larve

La larve ne se distingue pas de l'œuf et reste enfermé dans l'enveloppe de l'œuf pour débiter son développement 24 heures après sa ponte. Elle est incapable de se nourrir encore moins de se déplacer. Cette larve passe par deux stades larvaires successivement dont le stade protonympe et deutonympe (Robaux, 1986).

3-2-3-Protonympe

Le passage de la larve à la protonympe est appelé pupaison : l'hypoderme de la larve se délamine et sa couche externe reste solidaire de la cuticule, le tout formant une carapace dans laquelle la protonympe se forme. Un peu plus globuleux (0,6 mm de longueur pour 0,5 mm de large), son corps est de couleur blanc perlé (Mallick, 2013). Elle se déplace peu ou

pas, du fait de la disposition de ses pattes, mais elle est capable de percer la larve et la nymphe et de se nourrir de l'hémolymphe. Après s'être bien nourrie, la protonympe prend du poids ce qui lui permettra de muer en un stade plus grand : (deutonymphe).

3-2-4- Deutonymphe

D'après Robaux (1986), la deutonymphe est de couleur blanche et se déplace beaucoup plus que la protonympe. Elle se nourrit de façon très intense, puisqu'il a été observé une grande quantité de ses déchets. Après une mue imaginale, l'acarien devient adulte.



Figure 9 : Composition normale d'une famille *V. destructor* observée dans une alvéole de couvain d'ouvrières approximativement 11 jours après l'operculation (Rosenkranz *et al*, 2010). 1- protonympe femelle. 2- une deutonymphe mobile femelle. 3- une deutonymphe immobile femelle. 4- une jeune femelle venant de muer. 5- la fondatrice *V. destructor*. 6- un mâle adulte.

4-Cycle de développement

Le cycle de développement de *V. destructor* s'effectue parallèlement au cycle de développement de l'abeille ouvrière et faux bourdon, il se décompose en deux phases : Une phase de dispersion et une phase de reproduction. La phase de dispersion est appelée phase phorétique puisque les femelles varroa parasitent les abeilles adultes (Ramsey *et al*, 2018) (Fig.10).

4-1-Phase de reproduction

Le premier intervenant dans la reproduction du *Varroa* est la femelle adulte, dite fondatrice. Elle est la forme de résistance, la seule qui est présente sur les abeilles pendant la période d'hivernage. La femelle fondatrice infeste le couvain pour s'y reproduire : elle quitte

l'ouvrière qui la transporte pour se glisser sous la larve au stade L5 pour se reproduire au fond de l'alvéole (Noireterre, 2011).

4-1-1-La ponte de la fondatrice

La femelle varroa pond son premier œuf 60 à 72 heures après l'operculation de l'alvéole. Il donnera naissance à un mâle haploïde issu de parthénogenèse. Le mâle atteint son stade adulte en 154 heures, les œufs suivants, dont la ponte est espacée de 30 heures, évolueront tous en femelles diploïdes, appelées femelles filles (Noireterre, 2011). Selon Ifantidis (1997), une femelle varroa peut pondre au maximum 7œufs dans les cellules de faux-bourdon et 6 dans les alvéoles de l'ouvrière.

La durée de cycle de la femelle varroa depuis la ponte jusqu'à l'âge adulte est de 8 à 9 jours, quant aux mâles la durée de son cycle n'est que de 6 à 7 jours (Colin, 1982). Le taux de reproduction de la femelle fondatrice dépend de l'alvéole dans laquelle elle se trouve. La durée du couvain operculé étant de 13 jours chez les abeilles ouvrières et de 15 jours chez les faux bourdons (Fernandez et Coineau, 2002). Une fois les femelles atteint le stade adulte, sont fécondées par le mâle issu du premier œuf (Noireterre, 2011).

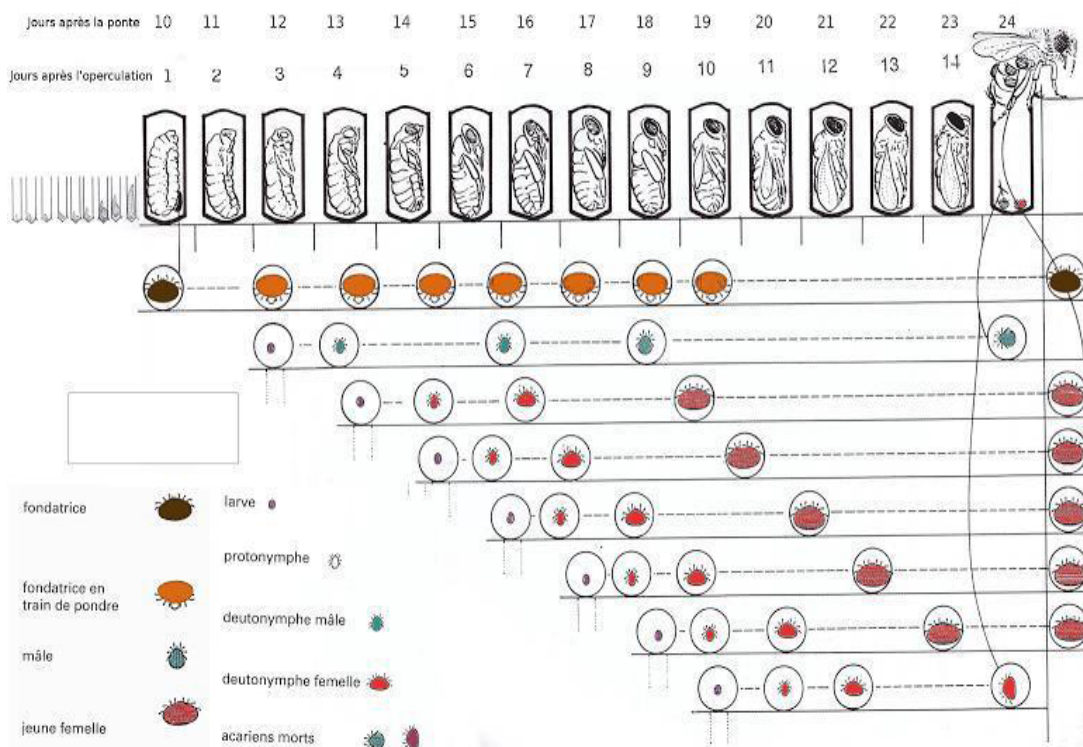


Figure 10 : Développement de *varroa destructor* au sein du couvain de faux-bourdons (Fernandez et Coineau, 2002).

4-2-Phase phorétique

Cette phase correspond à la période comprise entre la sortie du varroa de la cellule et de son entrée dans une autre cellule (Martin, 2003). Après la mue imaginale de l'abeille, les femelles adultes de *V. destructor* sont fréquemment observées positionnées entre les tergites gastriques de l'abeille en attendant que cette dernière émerge de l'alvéole.

5-Propagation de la parasitose

Du fait de la fixation des varroas sur les abeilles adultes, la varroatose se propage rapidement et inexorablement. Actuellement la diffusion de la maladie se fait à plusieurs niveaux comme toutes les maladies contagieuses : Il y'a des facteurs de l'extension de la varroatose à longue distance (d'une région ou d'un pays à l'autre), et des facteurs de contamination de la varroase à courte distance (au sein d'une même colonie, d'une colonie à une autre, d'un rucher à l'autre) (Amimer –Haciba, 2017).

6- Nutrition

Seules les femelles adultes sont capables de survivre sur les abeilles adultes en se nourrissant entre les sternites de leurs hôtes. Apiculteurs et chercheurs ont souvent pensé que le *Varroa* était un suceur d'hémolymphe, comparable à la tique. Cependant une récente étude a montré que cet acarien se nourrit majoritairement du corps gras des ouvrières au cours de sa phase phorétique (Ramsey et al, 2019). Il peut alors acquérir certains virus, puis, grâce à ses déplacements aisés d'un hôte à l'autre, les transmettre par les sécrétions qu'il expulse dans l'hôte au cours de son repas (Traynor et al, 2020).

7-Action de varroa sur l'abeille

Selon Treilles (2002) et Wendling (2012), dans une colonie d'abeilles varroa présente trois actions pathogènes : prédatrice (spoliatrice), mutilante et mécanique :

7-1-Action spoliatrice

A chaque repas, la femelle *Varroa* prélève 0,1 à 0,2 % du volume de l'hémolymphe d'une ouvrière adulte. Expérimentalement, il a été constaté une baisse de 30 à 50 % de la protéinémie chez les abeilles parasitées. Le tissu adipeux, à rôle d'épuration, de synthèse et de stockage (équivalent du foie des vertébrés) est également réduit de 25% de sa surface.

7-2-Action mutilante

Des modifications morphologiques sont observables sur les abeilles adultes issues de nymphes parasitées : raccourcissement de l'abdomen et lésions allaires, dû à un défaut de

développement au cours du stade nymphal (défaut d'espace disponible par la nymphe dans son alvéole), les lésions allaires sont également à mettre en relation avec une infection virale, transmise par *Varroa*, la maladie du virus des ailes déformées.

Au niveau des organes internes, les glandes hypo-pharyngiennes, qui sécrètent la gelée larvaire, voient également la taille de leurs acini diminuée (jusqu'à 14%), ce qui réduit la quantité de gelée produite et entraîne une baisse d'aptitude aux soins chez les abeilles nourrices.

7- 3-Action mécanique

La surcharge pondérale et volumique, générée par les varroas phorétiques, gêne l'abeille dans ses activités : diminution des capacités de vol, diminution de leur travail dans la ruche.

8-Moyens de lutte contre *Varroa destructor*

De nombreux chercheurs travaillent pour trouver les méthodes ou les molécules convenables pour lutter contre le varroa, et ça depuis l'apparition de cette parasitose. Pour maintenir un seuil d'infestation supportable et compatible avec un développement harmonieux des colonies, plusieurs moyens de lutte ont été mis en œuvre d'une manière continue à savoir, la chimiothérapie, la thermothérapie, la lutte biologique dite aussi naturelle et la lutte technique de conduite. La chimiothérapie reste actuellement la principale base de traitement cependant leur utilisation à long terme provoque l'apparition de souches d'acariens résistants aux molécules active.

8-1-La lutte chimique

Plusieurs acaricides se sont montrés intéressants dans la lutte contre le varroa, les plus appliqués sont à base de Fluvalinate (Apistan, Klarton), d'Amitraz (Apivar), de Fluméthrine (Bayvarol) et de Coumaphose (Perizin). Cependant, ces produits ont tous une activité partielle comprise entre 50 et 99% et variable selon les colonies, les climats, les races d'abeilles et l'époque de traitement. Dans la majorité des cas, seuls les varroas phorétiques sont accessibles à l'activité des substances thérapeutiques (Faucon *et al*, 2007).

8-2-La lutte biotechnique

L'apiculteur peut avoir recours à des techniques de conduite du rucher pour enrayer ou diminuer l'infestation, telles que le blocage de la ponte ou le retrait du couvain de mâle.

8-2-1-Le blocage de ponte

En partant du fait que varroa ne peut se reproduire que dans les cellules de couvain, l'arrêt de la ponte de la reine perturbe et interrompt la multiplication des femelles varroas (Faucon et Fleche-Seban, 1988). La reine étant bloquée dans le corps de la ruche, va manquer d'espace et ainsi arrêter ou limiter la ponte sur un seul cadre une fois que ce dernier soit complètement operculé, on le retire pour le détruire et éliminer le maximum de varroa.

8-2-2-Retrait du couvain de mâle

Cette méthode consiste à introduire un cadre du couvain de mâle dans la colonie et le laisser jusqu'à l'operculation. Une fois operculé, il suffit de le retirer et de le détruire. Ce type d'intervention vise à freiner le développement des populations du *Varroa* au début de la saison apicole et de diminuer ainsi la pression d'infestation au cours de l'été (Charriere *et al*, 1998a).

8-3-Lutte naturelle

8-3-1 Application des acides organiques

8-3-1-1-Acide oxalique : ou acide éthanedioïque, c'est un moyen de lutte alternative contre la varroase. Mais, il provoque un affaiblissement des colonies d'abeilles (Adjlane *et al.*, 2013). Cette molécule est hydrosoluble et non volatile, elle présente trois modes d'application : dégouttement, pulvérisation (Imdorf *et al.*, 1997 ; Charriere *et al*, 1998b) et évaporation (Imdorf *et al*, 2003), ou bien par insertion des bandelettes (Boucher, 2004).

8-3-1-2-L'acide formique : Ou acide méthanoïque, est une molécule hydrophile et très volatile. Son intérêt réside dans le fait qu'il atteint les varroas à l'intérieur des alvéoles operculées. L'utilisation de ce traitement est en conséquence conseillée en hiver (Bogdanov *et al*, 2002). D'autre part, l'acide formique présente une forte toxicité pour l'Homme (le port des vêtements et lunettes de protection sont obligatoires) et entraîne également une perte d'abeilles de 5% ou plus lors de son utilisation (Hanley et Duval, 1995).

8-3-2-Application des huiles essentielles

On appelle huiles essentielles (ou parfois essences végétales) le liquide concentré et hydrophobe des composés aromatiques (odoriférants) volatils d'une plante, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche (Bruneton, 2009). La lutte biologique s'intéresse à l'utilisation des huiles essentielles qui est un nouveau moyen de lutte alternative.

(Imdorf et *al.*, 1999) ont testé l'efficacité de 150 huiles essentielles lors de leur utilisation sur la colonie d'abeilles et ont montré que l'huile de thym était très efficace. Peguin (1987) montre que le traitement avec un mélange à base d'huiles essentielles: d'huile de thym, de sarriette, de lavandin et de cades additionnés de sauge, de menthe et de girofle a donné son efficacité sur le terrain.

CHAPITRE III
MATÉRIEL ET
MÉTHODES

Objectif de travail

L'objectif de notre travail est la lutte biologique contre l'acarien *Varroa destructor* parasite de l'abeille domestique *Apis mellifera* en testant au laboratoire l'effet acaricide des huiles essentielles de deux espèces d'eucalyptus à savoir l'*Eucalyptus globulus* et l'*Eucalyptus citriodora*.

1- Matériel

1-1-Le matériel de laboratoire utilisé pour l'expérimentation est constitué de :

- Bocaux en plastique d'1 litre pour les abeilles.
- Micropipettes de 0.1 à 1 µl pour le pipetage des huiles.
- Pince utilisée pour le prélèvement des nymphes d'abeilles et le varroa.
- Boîtes de Pétri utilisée pour collecter le varroa prélevé des nymphes.
- Loupe binoculaire pour distinguer les varroas morts des varroas vivants.
- Papier-filtre.

1-2- Le matériel biologique est constitué de :

- L'abeille locale *Apis mellifera intermissa*.
- Le parasite *Varroa destructor*.
- Les huiles essentielles : deux huiles ont été testées : l'huile d'*Eucalyptus globulus* et l'huile d'*Eucalyptus citriodora* :

1-2-1-Eucalyptus globulus (Eg), appelé communément : Gommier bleu, arbre de fièvre ou Eucalyptus commun, peut croître jusqu'à 30-55 m de haut. Les feuilles des arbres juvéniles sont couvertes d'une pruine cireuse bleu-gris qui est à l'origine du nom de gommier bleu (Fig.11). Les feuilles des arbres adultes sont d'un vert foncé luisant, les fleurs blanches sont solitaires à l'aisselle des feuilles, elles produisent un abondant nectar que les abeilles transforment en un miel à saveur prononcée. Les fruits ligneux ont une capsule très dure (Bruneton, 1987). L'extraction de l'huile essentielle de la feuille d'*E.globulus* est effectuée par hydrodistillation (Aihua et al, 2009).



Figure 11 : Rameaux et feuilles d'*E. globulus* (Taleb, 2015).

➤ **Position systématique du gommier bleu selon Cronquist (1981)**

Règne : Plantae
Classe : Magnoliopsida
Sous classe : Rosidae
Ordre : Myrtales
Famille : Myrtaceae
Genre : *Eucalyptus*
Espèces : *Eucalyptus globulus* Labill., 1800

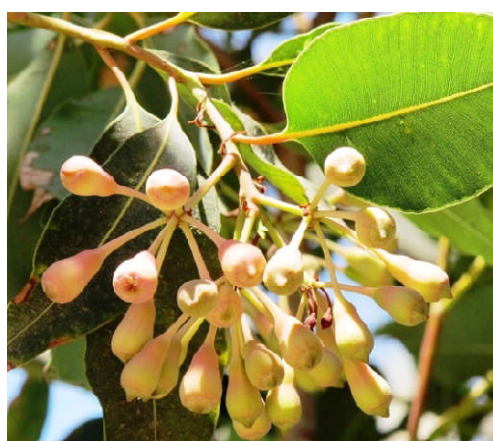
➤ **Composition chimique**

Selon Taleb (2015), la composition chimique de l'huile essentielle d'*E. globulus* est rapportée dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile essentielle d'*E. globulus* (Taleb, 2015).

Constituants	Proportions (%)
α -pinène	7,69%
Eucalyptol	47,05%
α -terpène	0,18
Camphène	0,08
β -pinène	0,39
β -myrcène	0,36
1,4-cycloexadienne	1
P. cymène	3,48
Terpinolène	0,24
sopentyl-isovalérate	0,17
Thujone	0,15
α -campholenal	0,15
α -gurjunène	0,17
Myrtenol	0,17
Myrtenol	0,15

1-2-2- *Eucalyptus citriodora* : C'est un grand arbre à écorce lisse, poudreuse et blanche. Il possède une couronne ouverte et un feuillage fin. Les feuilles sont longues et étroites, produisant ainsi une ombre légère qui n'inhibe pas la croissance des plantes inférieures (Fig.12). Les feuilles possèdent une odeur caractéristique de dérive de citronnelle. Les fleurs dégagent une odeur de citron (Stan K *et al.* 1983).

Figure12: Feuille et fruit d' *Eucalyptus citriodora* (Pearltree, 2015).

➤ **Position systématique d'*Eucalyptus citriodora* selon Cronquist (1981).**

Règne : Plantae
 Classe : Magnoliopsida
 Sous classe : Rosidae
 Ordre : Myrtales
 Famille : Myrtaceae
 Genre : *Eucalyptus*
 Espèces : *Eucalyptus citriodora* Labill., 1800

➤ **Composition chimique :** Selon (Anatole et al.2013), la composition chimique de l'huile essentielle d'*E. citriodora* est rapportée dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Composition chimique de l'huile essentielle d'*E. citriodora* (Anatole et al., 2013).

Constituants	Proportions (%)
Aldehydes	83,4%
Citronellal	83,50%
Acitat de Citronellyle	1,10%
Neo-isopulegol	1,90%
Citronellol	1,85%
Methyleugenol	2,20%

2-Méthodes

2-1-Méthodes d'échantillonnage des abeilles

Après avoir bien enfumé la ruche, Nous avons ouvert la ruche et commençons à chercher la reine afin de la protéger. Par la suite, nous avons prélevé deux à trois cadres pleins d'abeilles et les secouer dans un récipient. Quand les abeilles se sont calmées, nous avons échantillonné 80 à 100 abeilles que nous avons mises dans chaque bocal.

2-2-Méthode d'échantillonnage du varroa

Après avoir bien enfumé et ouvrir la ruche, nous avons choisi un cadre du couvain operculé dont la surface est importante. A l'aide d'un couteau, nous avons coupé un échantillon d'environ 40cm² du couvain operculé. Nous avons refait les mêmes manipulations sur d'autres ruche jusqu'à l'obtention de la quantité suffisante d'échantillons du couvain fermé. Ces derniers sont mis dans des boîtes hermétiques et transportés au laboratoire.

2-3-Méthode utilisée pour tester l'effet des huiles essentielles au laboratoire

2-3-1- méthode utilisée pour tester l'effet des huiles essentielles sur l'abeille

Dans le but de déterminer l'effet des huiles essentielles sur l'abeille, nous avons suspendu, sur chaque bocal comportant les abeilles échantillonnées, à un fil du papier filtre qui sera imbibé avec différentes doses de chaque huile (0,2 μ l ; 0,5 μ l et 0,7 μ l) et l'introduire à l'intérieure du bocal. Nous avons réalisé trois répétitions pour chaque dose. La lecture des résultats se fait après 1h ; 12h ; 24h et 48h d'exposition en dénombrant les abeilles mortes (Fig.13).



Figure 13 : Méthode utilisée pour tester l'effet des huiles sur l'abeille (photo originale, 2021).

2-3-2-Méthode utilisée pour tester l'effet des huiles essentielles sur varroa

Sous une loupe binoculaire, l'échantillon du couvain operculé est ouvert à l'aide d'une pince entomologique. Les varroas présents au fond de l'alvéole ou collés sur la nymphe d'abeille sont retirés et placés dans des boîtes Pétri, au nombre de 10 varroas par boîte. Puis,

nous avons imprégné le papier filtre avec les différentes doses de chaque huile ($0,2 \mu\text{l}$, $0,5 \mu\text{l}$ et $0,7 \mu\text{l}$) et nous l'avons introduit à l'intérieur des boîtes. Nous avons réalisé trois répétitions pour chaque dose et la lecture était faite après 1h, 12h et 24h et 48h d'exposition. Pour chaque durée nous avons dénombré le varroa mort (Fig.14).

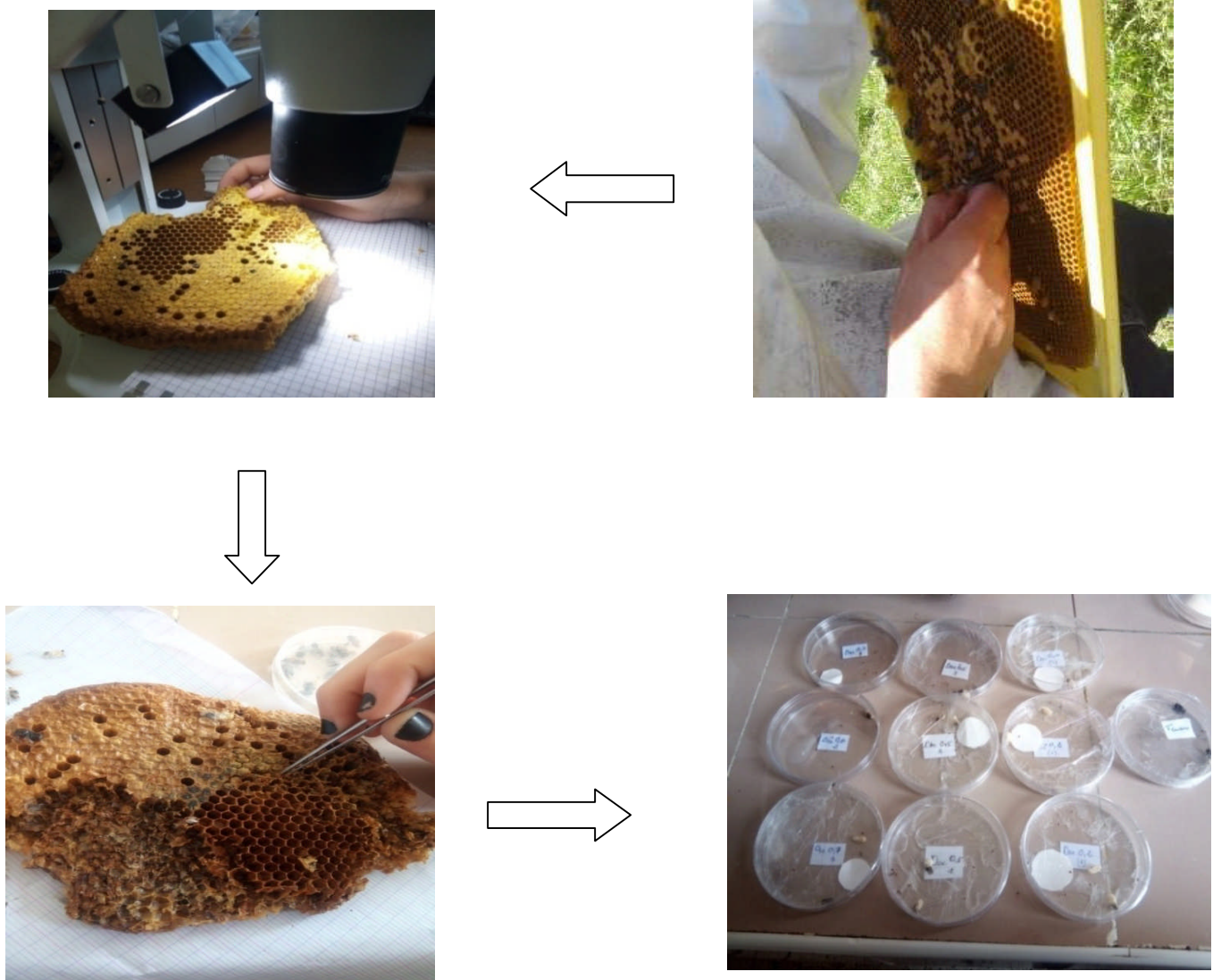


Figure 14 : Les différentes étapes du test sur varroa (photo originale, 2021).

3-Analyse statistique

Les résultats obtenus durant notre étude ont fait l'objet d'une analyse statistique qui est une analyse de la variance (ANOVA) à trois critères de classification, au risque d'erreur 5% par le logiciel stat box version 6.4. Ce test permet de comparer les moyennes entre elles et les classer en groupes homogènes.

CHAPITRE IV

RÉSULTAT ET DISCUSSION

I-Résultats**I-1-Effet de la durée d'expositions****I-1-1-Effet de la durée d'exposition sur la mortalité des abeilles**

Les résultats relevés sur l'effet de la durée d'exposition sur la mortalité des abeilles sont représentés dans la figure 15.

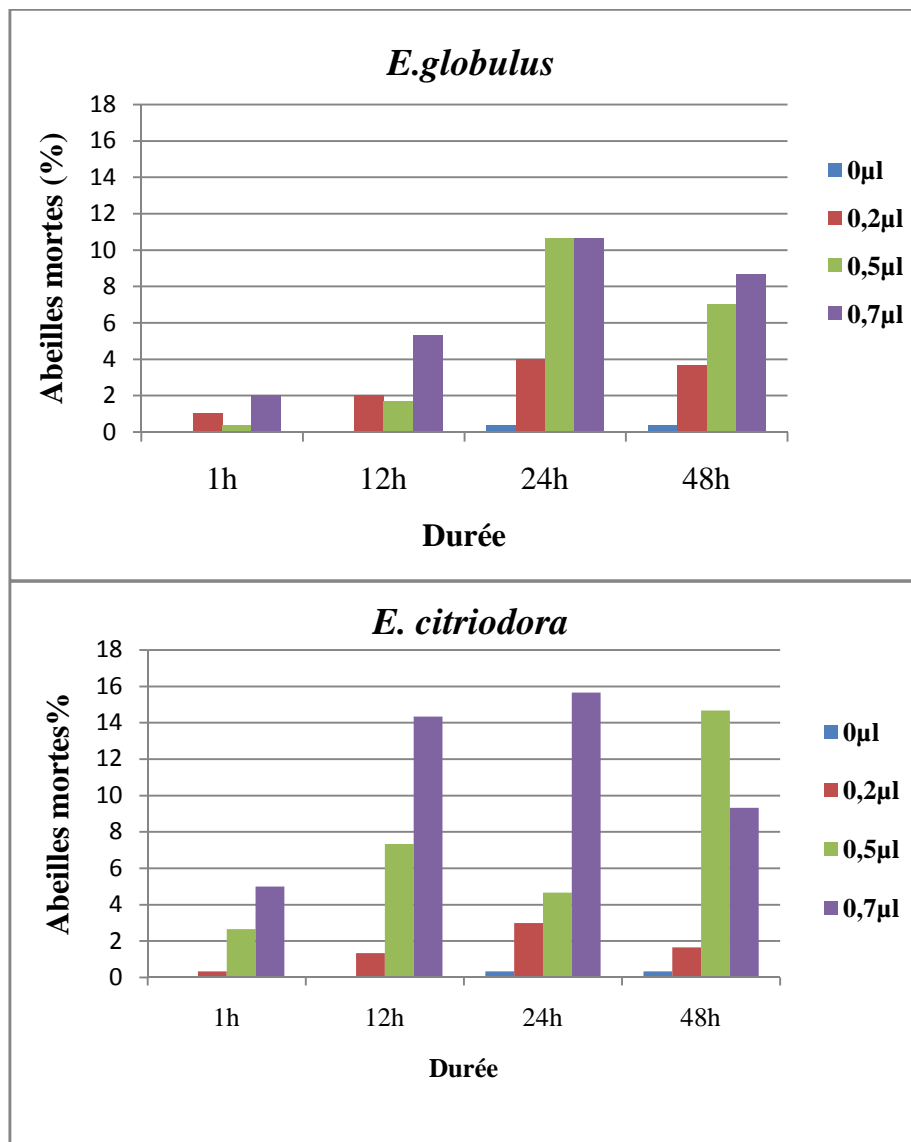


Figure 15 : Effet de la durée d'exposition aux huiles sur la mortalité des abeilles.

Les résultats obtenus montrent que l'huile d'*E. citriodora*, provoque une mortalité qui ne dépasse pas 5% après 1h de temps d'exposition pour toutes les doses. Avec la dose 0.2µl, la mortalité des abeilles ne dépasse pas 4% quelque soit la durée. Alors qu'à la dose 0,5µl et 0,7µl, les mortalités les plus élevées des abeilles est respectivement de 14% après 48h d'exposition et 16% après 24 h. Par contre, avec l'huile d'*E. globulus* les mortalités ne dépasse pas 2% après 1h d'exposition alors qu'après 24 h, elle provoque une mortalité de 11% pour les doses 0,7µl et 0,5µl.

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre une différence très hautement significative (P=0) pour le facteur durée (Tab.3).

Tableau 3 : Analyse de la variance de l'effet de la durée d'exposition aux huiles essentielles sur les abeilles.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST. F	PROBA
VAR.TOTALE	18857,55	95	198,501		
VAR.DUREE	4273,742	3	1424,581	241,465	0

La comparaison des moyennes élaborées à travers le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de 5%, classe les moyennes obtenues pour le facteur durée, en 4 groupes. La durée de 48h dans le groupe A, 24h dans le groupe B, 12h dans le groupe C et 1h dans le groupe D (Annexe 1).

I-1-2- Effet de la durée d'exposition sur la mortalité du varroa

Les résultats relevés sur l'effet de la durée d'exposition aux deux huiles sur la mortalité du varroa sont représentés dans la figure 16.

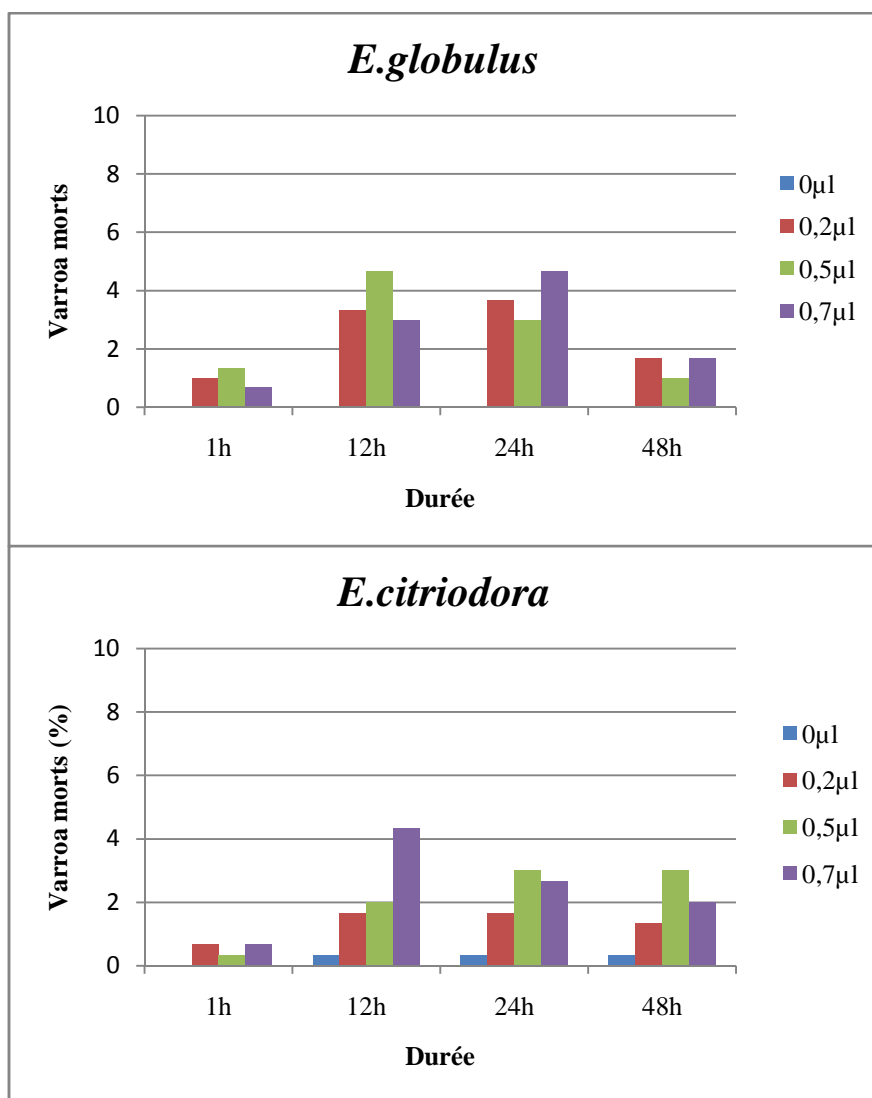


Figure 16 : Effet de la durée d'exposition aux huiles sur la mortalité du varroa.

Les résultats obtenus montrent que l'huile d'*E. globulus* agit efficacement sur le parasite varroa après 12 heures d'exposition à la dose 0,5µl. Comparativement à l'huile *E. citriodora* après 12 heures de temps d'exposition, montre une efficacité remarquable à la dose 0,7µl. Par contre après 24 heures d'exposition, les deux huiles et les trois doses présentent une influence positive sur cet acarien.

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre une différence très hautement significative ($P=0$) pour le facteur durée (Tab.4).

Tableau 4 : Analyse de la variance de l'effet de la durée d'exposition aux huiles essentielles

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VAR.TOTALE	139474	95	1468,147		
VAR. Durée	51811,45	3	17270,48	202,191	0

La comparaison des moyennes élaborées à travers le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de 5%, classe les moyennes obtenues pour le facteur durée en 4 groupes homogènes. Les durées de 48h, 24h, 12h et 1h sont classées respectivement dans les groupes A, B, C et D (Annexe 2).

I-2-Effet des huiles essentielles

I-2-1-Effet des huiles essentielles sur les abeilles

Les résultats de l'effet des deux huiles essentielles sur les abeilles sont représentés sur la figure 17 :

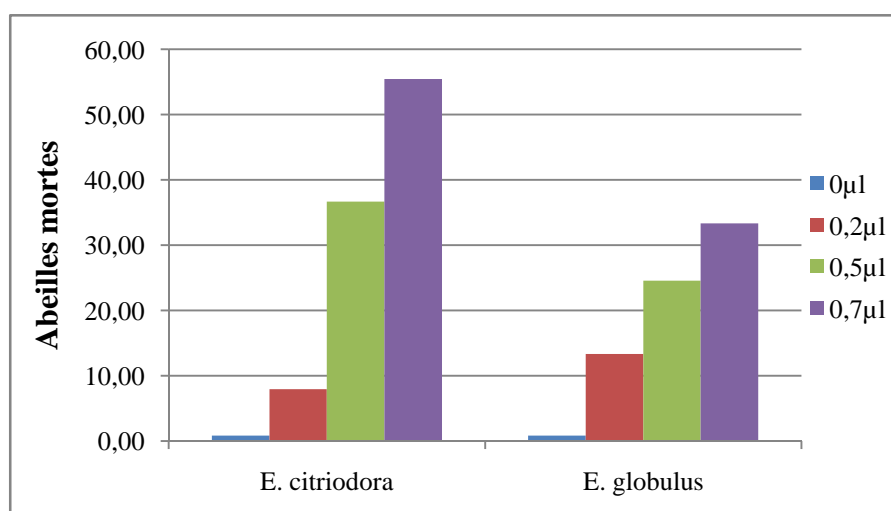


Figure 17 : Effet des huiles essentielles sur les abeilles.

Nous remarquons qu'à la dose de 0.2µl, l'huile essentielle d'*E. citriodora* cause 8% de taux moyen de mortalité des abeilles. Par contre, aux doses 0.5µl et 0,7µl, elle provoque un taux important de mortalité qui est de 38% et 55% respectivement. Comparativement à l'huile d'*E. globulus* qui provoque un taux moyen de mortalité qui est de 14%, 25% et 33% aux doses de 0.2µl, 0,5µl et 0,7µl respectivement.

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre qu'il y a une différence très hautement significative pour le facteur huile essentielle ($p=0$) et une différence hautement significative pour le facteur dose ($P=0$) (Tab.5).

Tableau 5 : Analyse de la variance de l'effet des huiles essentielles sur les abeilles.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VAR.TOTALE	139474	95	1468,147		
Huile essentielle	4134,375	1	4134,375	48,402	0
Dose	51786,45	3	17262,15	202,093	0

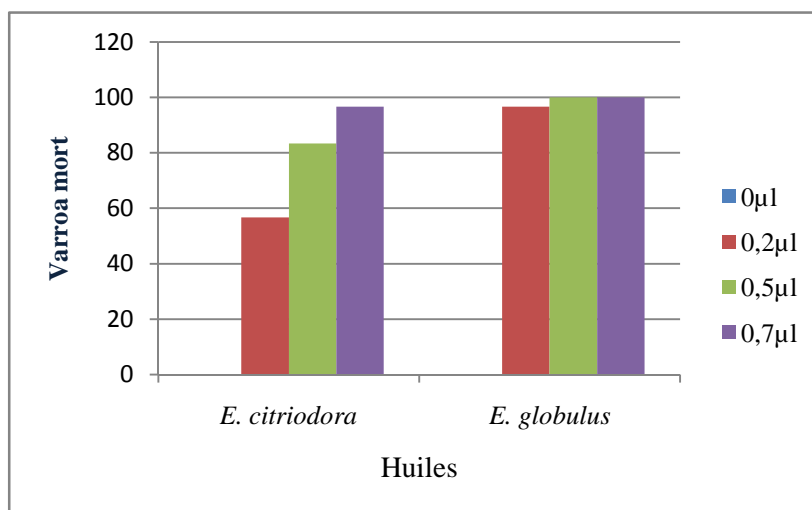
La comparaison des moyennes élaborées à travers le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de 5%, classe les moyennes obtenues pour les facteurs dose et huile essentielle en plusieurs groupes homogènes.

Les doses testées sont classées en 4 classes. La classe A pour 0,7 μ l et qui provoquent plus de mortalité d'abeilles. La classe B pour la dose de 0,5 μ l et la classe C pour 0,2 μ l et la classe D pour le témoin.

D'autre part, les huiles essentielles sont classées en deux groupes homogènes. L'huile d'*E. citriodora*, qui est plus toxique pour des abeilles, est classée en groupe A. L'huile d'*E. globulus* est classée dans le groupe B (Annexe 3).

I-2-2-Effet des deux huiles essentielles sur varroa

Les résultats de l'effet des différentes huiles essentielles sur le varroa sont rapportés dans la figure 18 :

**Figure 18:** Effet des huiles essentielles sur le parasite *V.destructor*.

A la dose 0,2 μ l, l'huile essentielle d'*E.citriodora* enregistre un taux moyen du varroa mort de 58% et pour l'huile d'*E.globulus* le taux moyen de mortalité est de 98%. A la dose 0,5 μ l, l'huile d'*E.globulus* provoque une mortalité total de varroa par rapport à l'huile

d'*E.citriodora* qui enregistré 80%. Alors qu'à la dose 0,7 µl une mortalité de 100% est obtenue avec les deux huiles.

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre qu'il y a une différence très hautement significative pour le facteur huile essentielle ($p=0$) et pour le facteur dose ($P=0$) (Tab.4).

Tableau 6 : Analyse de la variance de l'effet des huiles essentielles sur varroa.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VAR.TOTALE	139474	95	1468,147		
Huile essentielle	4134,375	1	4134,375	48,402	0
Dose	51786,45	3	17262,15	202,093	0

La comparaison des moyennes élaborées à travers le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de 5%, classe les moyennes obtenues pour les facteurs dose et huile essentielle en plusieurs groupes homogènes.

Les doses testées sont classées en 4 groupes homogènes. La dose 0,7µl dans le groupe A. Tandis que les doses 0,5µl et 0,2µl sont classées respectivement dans les groupes B et C et la classe D pour la dose 0 µl (Annexe 4)

Pour le facteur huile essentielle, le test de NEWMAN et KEULS classent l'huile d'*E.globulus* qui causent plus de mortalité du varroa dans le groupe A et l'huile d'*E.citriodora* dans le groupe B.

II- Discussion

Notre étude consiste à tester au laboratoire, l'effet de deux huiles essentielles de deux espèces d'eucalyptus (*E.citriodora* et *E.globulus*) sur l'abeille domestique *Apis mellifera* et son parasite *Varroa destructor*.

Il ressort de nos résultats que chaque huile agit différemment sur l'abeille *Apis mellifera* et son parasite *Varroa destructor*.

En effet, l'huile essentielle d'*E.globulus* est plus efficace contre le varroa puisque elle enregistré un taux de mortalité de 90 jusqu'à 100% avec les doses 0,2µl ; 0,5µl et 0,7µl. Mais en parallèle elle a provoqué une mortalité de 11% des abeilles pour la dose de 0,2µl et jusqu'à 33% pour la dose 0,7µl.

Avec l'huile d'*E.citriodora*, nous avons noté une mortalité moyenne de varroa qui est de 58% à la dose 0,2µl et 98% pour 0,7µl. Mais elle provoque une mortalité plus importante des

abeilles à la dose 0.7 μ l et qui atteint 55%, alors qu'aux doses 0,5 μ l et 0,2 μ l, le taux de mortalité est de 36% et 8 μ l respectivement.

Nos résultats corroborent avec ceux de Habbi-Cherifi (2015) qui a testé, au laboratoire, l'effet de ces huiles sur l'abeille. Elle rapporte que l'huile d'*E.globulus* est moins toxique sur l'abeille à la dose 0,1 et 0,2 μ l puisqu'ils enregistrent un taux de mortalité de 3% et 11% alors qu'avec l'huile d'*E.citriodora* la mortalité des abeilles atteignent 14% et 31% avec les mêmes doses.

Toutefois, les travaux menés par Atmani – Merabet (2018) pour déterminer l'efficacité acaricide des huiles essentielles de trois espèces d'*Eucalyptus* : *E.robusta*, *E.sideroxylon* et *E.globulus*, appliquées directement sur les colonies d'abeilles, ont montré une efficacité moins importante de l'huile d'*E. globulus* ($15,56 \pm 2,71$) par rapport aux autres huiles.

Labeste (2013) a noté que 97 à 210 varroas étaient morts en sept jours après le premier traitement avec l'huile d'*E. globulus*, ce dernier est le même huile que nous l'avons utilisé dans notre étude.

Une autre étude a été réalisée par Aouar *et al.* (2019) et a mené aux mêmes résultats. En effet, ils ont constaté que la mortalité moyenne des varroas était de $115, 80 \pm 54,08$ en utilisant l'*E. globulus*.

Les travaux de Gendé *et al.* (2010) et Shengping et Lihua (2011) menés sur l'effet toxique de certaines essences d'*Eucalyptus* contre *V.destructor*, montrent l'efficacité importante d'huile d'*E. globulus* contre ce parasite.

D'autres travaux ont été entrepris par plusieurs chercheurs afin toujours d'étudier l'efficacité des huiles essentielles. Ainsi, les huiles essentielles de *Tagetes minuta* (la camomille sauvage), *Heterotheca latifolia* et *Eucalyptus sp* administrées en pulvérisation, montrent un effet acaricide important *in vitro* (Eguaras *et al.*, 2005 ; Ruffinengo *et al.*, 2007).

D'autres huiles de plusieurs plantes ont fait objet des tests par plusieurs chercheurs à savoir : l'huile de menthe, d'eucalyptus, de marjolaine, de cumin, d'ail, de basilic, d'orange, de géranium et d'anis (Ariana *et al.*, 2002; Abd El Halim *et al.*, 2006 ; Nageh *et al.*, 2011).

Selon Kotwal *et al.* (2013), les huiles essentielles présentent une efficacité variable selon les molécules, leur association et les dosages utilisés. Néanmoins leur utilisation en combinaison avec plusieurs huiles essentielles et d'autres principes actifs pourrait fournir des solutions dans la gestion de la lutte contre *V. destructor* et ses souches résistantes.

Conclusion

La lutte biologique paraît l'une des meilleures méthodes de lutte contre le parasite de l'abeille domestique *Apis mellifera Varroa destructor*, de fait qu'elle ne contamine pas les produits de la ruche. Parmi les produits naturels envisagés dans cette lutte : les huiles essentielles de différentes espèces végétales. En effet, notre travail a visé l'évaluation au laboratoire l'efficacité de deux formulations biologiques des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Eucalyptus citriodora* sur cet acarien qui cause des ravages aux colonies d'abeilles en infestant tous les stades de développement de l'abeille.

Au cours de notre expérimentation, nous avons également déterminé l'effet de ces deux huiles essentielles contre l'abeille.

A partir de nos résultats, il en ressort, que les deux huiles sont toxiques au parasite à la dose 0.2 µl sans avoir causé beaucoup de dommages aux abeilles.

La comparaison entre les deux huiles montre que l'huile d'*E. globulus* est plus efficace que l'*E. citriodora*. Cela est probablement dû à sa composition chimique et à sa forte odeur.

Les résultats obtenus lors de notre expérimentation restent encourageants et demandent à être améliorés par d'autres perspectives d'exploration. En effet la lutte contre *Varroa destructor* à base des huiles essentielles est un domaine très vaste.

Les recherches doivent se poursuivre afin de mettre en place une nouvelle stratégie de lutte qui permettrait peut-être d'éradiquer cette maladie et d'obtenir ainsi des abeilles fortes et des produits de la ruche sains.

References bibliographiques

-A-

- ABD EL HALIM M.I., HELMY A.G. et AYMAN A.O., (2006)**. Combatting honey bee *Varroa* mites by plants oils alone or in an IPM program. The 2nd conference of farm Integrated Pest Management, Fac. Agric., Fayoum Univ., 172-185p.
- ADAM G (2011)**. Botanique apicole, production de nectar et de pollen. COURS école d'apiculture Ruchers du Sud-Luxembourg, 11 p.
- ADJLANE N., CHAHBAR N., MAIDI A., DOUMANDJI S. et HADDAD N., (2013)**. Note scientifique sur les effets secondaires de l'acide oxalique sur l'abeille ouvrière (*Apis mellifera*) : Aspect biochimique (Scientific note on side effects of oxalic acid on the worker bee (*Apis mellifera*): biochemical aspect). *J. Mater. Environ. Sci.* Vol.4 (4): pp 420-423.
- AIHUA S., YANMEI L., YING W.; (2009)**. Study on the chemical constituents of the essential oil of the leaves of *Eucalyptus globulus Labill.* From China; *Asian J. Trad. Med.*; 4 (4); 134 – 140p.
- ALLEN M.F., et BALL B.V., (1996)**. The incidence and world distribution of honey bee viruses. *Bee World*, 77: 141 - 162.
- AMIMER -HACIB H., (2017)**. Bioactivité de quelques huiles essentielles par l'évaluation de l'effet acaricide vis-à-vis de la varroase, et incidence sur la qualité du miel. Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, EL HARRACH- Alger, 170p.
- AMIRA A., (2014)**. Contribution à l'analyse physicochimique et pollinique du miel de *Thymus algeriensis* de la région de Tlemcen. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique. Université Abou-BekrBelkaid –Tlemcen. p 45.
- ANATOLE L., ELE'ONORE Y., FERNAND G., HUGUETTE B.A., JOACHIN D.G., JUDITH F.A., LAMINE B-M., MANSOUROU M., PIERRE D., RAPHAEL D. et SIMEON O.K., (2013)**. *Phytochemical composition of Cymbopogon citratus and Eucalyptus citriodora essential oils and their anti-inflammatory and analgesic properties on Wistar rats*; *Mol. Biol. Rep.*; 40; 1127 – 1134p.
- ANDERSON DL., TRUEMAN JWH., (2000)**. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Exp. Appl. Acarol.*, 24, 165-189.
- AOUAR-SADLI M., CHERIFI-HABBI A., CHERIFI-HAROUIZ Z. et HEZIL S., (2019)** ; Evaluation of the efficacy of essential oils from aromatic plants in naturally infested honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies by *Varroa destructor*.

-**ARIANA A., EBADI R. et TAHMASEBI G., (2002)**. Laboratory evaluation of some plant essences to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Experimental et Applied Acarology*, volume 27, pp 319-327.

-**Australia government** – Department of Agriculture, Fisheries and Forestry (Page consultée le 23 juillet 2012). Pests, Diseases and Weeds – Varroa mite [en ligne]. Adresse URL : <http://www.daff.gov.au/animalplant-health/pests-diseases-weeds/animal/varroa-mite>

-**ATMANI-MERABET G., (2018)**. Huiles essentielles de trois espèces d'*Eucalyptus* d'Algérie : composition et activité acaricide (*Varroa destructor*). Doctorat en sciences, Université Des Freres Mentouri Constantine. p88.

-**AYME A., (2014)**. Synthèse des connaissances sur l'apiculture réunionnaise et enjeux pour la Filière. Thèse de Docteur Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT. 147 p.

-**AYME A., (2014) a.** Synthèse des connaissances sur l'apiculture réunionnaise et enjeux pour la filière. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse-ENVT. p 147.

-**AYME A., (2014) b.** Synthèse des connaissances sur l'apiculture réunionnaise et enjeux pour la filière. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse-ENVT. p 147.

-B-

-**BAER B., (2005)**. Sexual selection in Apis bees. *Apidologie*, **36**, 187-200.

-**BAILEY L., (1955)**. The infection of the ventriculus of the adult honeybee by *Nosema apis* (Zander). *Parasitology* 45 (1 and 2): 86-94.

-**BAILEY L. et GIBBS A.J., (1964)**. Acute infection of bees with paralysis virus. *J. Insect Pathol.* (6): 395 – 407.

-**BAILEY L., (1969)**. The multiplication and spread of sacbrood virus of bees. *Ann. Appl. Biol.*, (63): 482 – 491.

- **BAILEY L., (1981)**. *Honey bee pathology*. Academic Press, London - New York, 125 p.

-**Bakiri A., (2018)**. Abeilles sauvages et abeilles domestiques : Impact sur la biodiversité et la productivité. Université des Frères Mentouri Constantine. p 14.

-**BALL B.V., 1987-** The incidence of acute paralysis virus in adult honey bee and mite populations. *Pcelar*, 3: 68 – 70.

-**BECHET G., (2002)**. Les trésors de la ruche. Chapitre 2 : Articles journal le soir, p21-22. France.

-BERKANI M.L., GHALEM-BERKANI Z., (2009). Composition of chemical and acaricide activity of 4 essential oils resulting from plants against “*Varroa destructor*” in the Algerian Center. Actes du 41^{ème} congrès Apimondia 15 au 20 septembre 2009, Montpellier-France.

-BERKANI M L., GHALEM-BERKANI Z., et HAMI H., (2014). Analysis of Bee Farming Systems in Western Algeria Volume: 1, Issue: 8, 132-140, AGRIS since:,SciKnow Publication

https://agris.fao.org/agrishttps://www.researchgate.net/publication/270620774_Analysis_of_Bee_Farming_Systems_in_Western_Algeria .

-BERTRAND F., (2003). Les maladies de l’abeille domestique (*Apis mellifica*) et leurs conséquences sanitaires en France. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 187 p.

-BIRI M., (1997). Le grand livre des abeilles Edit. De Vecchisa, 159p.

-BIRI M., (2002). Le Grand livre des abeilles cours d’apiculture moderne. Ed. De Vecchi Paris. pp.260.

-BIRI M, (2010). Tout savoir sur les abeilles et l’apiculture, Vecchi, Paris, 14,93p.

-BRADBEAR N (2010). Le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. Organisation des nations unies pour l’alimentation et l’agriculture. Rome, 2010. 238 p.

-BRUNETON J. Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 4^{ème} éd., Tec & Doc. Editions médicales internationales, Paris ; (2009) : 1188.

-BOGDANOV S., CHARRIÈRE J.D., IMDORF A., KILCHENMANN V., ET FLURI P., (2002). Determination of residues in honey after treatments with formic and oxalic acid under field conditions. Apidologie 33 : 399–409.

-BOGDANOV S., (2006). Contaminants of beeproducts. Apidologie, vol.37, n°1, p.p.1-18.

-BOOT W.J., BAALEN M.V. et SABELIS M.W., (1995). Why do Varroa mites invade worker brood cells of the honey bee despite lower reproductive success? Ecology Sociobiology, volum 36, pp 283-289.

-BOUCHER C., (2004). Contrôle chimique de la varroase. Rapport de conférence de la journée champêtre en apiculture, CRAAQ. 10p.

-BOWEN-WALKER P.L., MARTIN S.J. and GUNN A., (1999). The transmission of Deformed Wing Virus between honeybees (*Apis mellifera* L.) by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. *J. Invertebr. Pathol.*, 73: 101 – 106.

-C-

-**CATAYS G., (2016).** Contribution à la caractérisation de la diversité génétique de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France : cas du locus *csd* de détermination du sexe. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT. p 314.

- **CHARRIERE J.D., IMDORF A., BACHOFEN B. et TSCHAN A., (1998) a.** Le retrait du couvain de mâles operculé : une mesure efficace pour diminuer l'infestation de *Varroa* dans les colonies. *Revue Suisse d'apiculture* 95 (3) 71-79.

-**CHARRIERE J.D., IMDORF A. et FLURI P., (1998) b.** Potentiel et limites de l'acide oxalique pour lutter contre *Varroa*. *Revue Suisse d'apiculture* 95(8) 331-316.

-**CHARPENTIER, GAEL, (2013).** Etude des effets l'étau et sublétaux d'aire intoication au thymol sur le développement et l'immunité des larves d'*Apis mellifera* élevé in vitro ; thèse de doctorat université toulouse III paul sabatier, page 9.

-**CHATZIASTROS A., (2003).** thèse de sciences naturelles sur le lien entre vision et navigation [en ligne]. Thèse Sciences naturelle, 243 p.

-**CHERBULIEZ T. et DOMEREGO R.** *L'apithérapie : médecine des abeilles*, Amyris, (2003), 254p.

-**COINEAU Y. ET FERNANDEZ N., (2007).** *Maladie, parasite et autres ennemis de l'abeille mellifère*. Ed. Atlantica. Paris, 498 p.

-**COLIN M.E., GONZALEZ M.D, LOPEZ., (1986).** Traitement de la varroatose de l'abeille domestique, chimiothérapie, mesures adjuvantes et perspectives de lutte biologique. *Rev.sci.tech.off.int.epiz*, 1986, 5(3), pp : 677-687.

-**COLIN M.E, GAUTHIER L, TOURNAIRE M., (2008).** L'opportunisme chez *N.Ceranae*. *Abeille & Cie* n°122, p. 24-26.

-**CLEMENT H., (2009).** L'abeille sentinelle de l'environnement. Paris. *Alternatives*. 144 p.

-**CRONQUIST A., (1981).** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ. Press. New York.1262 P.

-D-

-**DEBUYSSCHER C., (2018).** La disparition des abeilles: quelles conséquences pour nous ? .Thèse doctorat en pharmacie. Université de picardie Jules Verne UFR de pharmacie d'Amiens, 105p.

-DONZE G., GUÉRIN PM., (1994). Behavioral attributes and parental care of *Varroa* mites parasitizing honeybee brood. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 34, 305-319.

DONZE G., (1995). Adaptations comportementales de l'acarien ectoparasite *Varroa jacobsoni* durant sa phase de reproduction dans les alvéoles operculées de l'abeille mellifère *Apis mellifera*. Thèse de doctorat en sciences. Université de Neuchâtel, 150p.

-E-

EGUARAS M.J., FUSELLI S., GENDE L., FRITZ R. et RUFFINENGO S.R., (2005). An in vitro Evaluation of *Tagetes minuta* Essential Oil for the Control of the Honeybee Pathogens *Paenibacillus larvae* and *Ascosphaera apis*, and the Parasitic Mite *Varroa destructor*. *Journal of Essential Oil Research*, Volume 17, Issue 3 :336-340.

-F-

-FAUCON et FLECHE SEBAN., (1988). La varroatose. L'abeille de France n°729, pp, 338-347.

-FAUCON J.P., VITU C., RUSSO P. et VIGNONI M., (1992). Diagnostic de la paralysie aigue : application à l'épidémiologie des maladies virales en France en 1990. *Apidologie*, 23 : 139 - 146.

-FAUCON J.P., (1992). Précis de pathologie. Connaître et traiter les maladies de l'abeille. Edition CNEVA, 512p.

-FAUCON J P., (2003). La varroatose. *La santé de l'abeille*, 194 : 15 – 19.

-FAUCON JP., DRAJNUDEL P., CHAUZAT M.P. et AUBERT M., (2007). Contrôle de l'efficacité du médicament APIVAR ND contre *Varroa destructor*, parasite de l'abeille domestique. *Revue Méd. Vét.* Vol.158 (6) : pp 283-290.

-FAUCON JP, CHAUZAT., MP (2008). Varroase et autres maladies des abeilles : causes majeures de mortalité des colonies en France. *Bull. Acad. Vét. France*, 161, 3.

-FERNANDEZ N. et COINNEAU Y., (2007). Maladies, parasites et d'autres ennemis de l'abeille domestique. Ed. Atlantica, 237p.

- G -

-Gende LB, Maggi M, Van Baren C, Dileolira A, Bandoni A, Fritz R, et al. Antimicrobial and miticide activities of Eucalyptus essential oils obtained from different Argentina regions. *Spanish J of Agric Res.* 2010; 8(3): 642-600.

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

-GLARE T.R.et O' CALLAGHAN M., (2008). Microbial diseases of bees. Microbiology today. November: 169-171.

-GUERRIAT H, (2017). Etre performant en apiculture : Comprendre ses abeilles et les élever en harmonie avec la nature.Hozro Editions. 480p.

-GUERZOU M ET NADJI N., (2002). Etude comparative entre quelques miels locaux et autres importes, mémoire d'ingénieur en agronomie. Univ. Ziane Achour de djelfa. Alger .pp.184.

-H-

-HABBI-CHERIFI A., (2015). *Etude de la dynamique de la population du parasite Varroa destructor de l'abeille domestique (Apis mellifera) et évaluation de l'efficacité de quelques huiles essentielles dans la lutte contre ce parasite.* Mémoire de magister. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 78p.

-HANLY A. ET DUVAL J., (1995). La varroase des abeilles. Agro-Bio :370-08.

-HENNEBELLE., (2010). L'abeille In Doc apiculture.

http://dhennebelle.perso.sfr.fr/docapi.htm#_Toc22802410

-HANSEN, H. et BRØDSGAARD, C.J. (1999). American foulbrood: a review of its biology, diagnosis and control. Bee World 80: 5–23.

-I-

-IMDORF A., CHARRIERE J.D. et BACHOFEN B., (1997). Efficiency checking of the *Varroa jacobsoni* control methods by means of oxalic acid. Apiacta XXXII, 89-91.

-IFANTIDIS M. D., (1997). Ontogenes is of *Varroa jacobsoni* Oud. Cahiers Options Méditerranéennes n° 21 :13- 21.

-K-

-KNECHT, D. et KAATZ, H. H., (1990). Patterns of larval food production by hypopharyngeal glands in adult worker honey bees. In : *Apidologie*. 1990. Vol. 21, n° 5, p. 457-468. DOI 10.1051/apido:19900507.

-L-

-**LE CONTE Y., (2002).** Mieux connaître l'abeille. Le traité Rustica de l'apiculture. Rustica éditions. Paris, 12-84.

-**LHOMME M ., (1990).** *Varroa jacobsoni* (Oudemans 1904) : morphologie, biologie et étude spécifique du système respiratoire et du comportement. Thèse de Doctorat Vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Nantes, 85p.

-**LUX M ., (1987).** *Varroa jacobsoni* Oudemans ectoparasite de l'abeille *Apis mellifica* Linne. Etude physico-chimique et immuno-chimique de l'hémolymphe d'abeille saine ou parasitée. Thèse pour l'obtention du diplôme de l'École Pratique des Hautes Études., École Pratique des Hautes Études, Paris, 123p.

-M-

-**MALLICK A., (2013).** *Action sanitaire en production apicole : Gestion de la varroose face à l'apparition de résistance aux traitements chez varroa destructor.* Thèse de doctorat. Université de Claude-Bernard de Lyon I, 164p.

-**MARTIN SJ, (1995).** Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in drone brood of the honeybee *Apis mellifera* L. under naturel conditions. Exp. Appl. Acarol., 19, 199-210.

-**MARTIN S.J., (2003).** Veterinary drug residues in honey. *Apiacta* : 38 : 23-23.

-**MONDET F., MAISONNASSE A., KRETZSCHMAR A., ALAUX C., VALLON J., BASSO B., DANGLEANT A. et LE CONTE Y., (2016).** Varroa : son impact, les méthodes d'évaluation de l'infestation et les moyens de lutte. *Innovations Agronomiques*. Vol.53 : pp 63-80.

-N-

-**NAGEH S.M., HUSSEIN M.H., KHODAIRY M.M., et AWAD M.A., (2011).** Occurrence of Varroa Mites Inside Honeybee Colonies and Control It's Using Volatile Oils. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 7(1): 89-97.

-**NOIRETERRE P., (2011).** Biologie et Pathogénie de *Varroa destructor*. *Bulletin des GTV*. 62 : 101-106.

-O-

-OIE (2008). Loque européenne des abeilles mellifères. In Manuel terrestre de l'OIE 2008. p.443-447. En ligne
http://www.oie.int/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahm/Chap%202.2.3._Loque%20Europ_2008.pdf. Consulté le 22/04/2014.

-P-

-PAGE RE, PENG CY., (2001). Aging and development in social insects with emphasis on the honey bee, *Apis mellifera* L. *Exp. Gerontol.*, 36, 695-711.

-PEGUIN P., (1987). Apiculture: vers une lutte biologique contre la varroase. Les Quatre Saisons du Jardinage, n 46: 45-48.

PEARLTREES. *Corymbia citriodora* | Pearltrees. [en ligne]. [Consulté le 5 juin 2015]. Disponible à l'adresse : <http://www.pearltrees.com/s/pic/or/-56007695>

-PHILLIPE J.M., (2007). Le guide de l'apiculture. Ed. Edisud. Paris, pp347p 20.

-PROST J., (2005). Apiculture; connaître l'abeille, conduire le rucher (7e édition). Edition Tec&Doc. 698p.

-R-

-RABEONY FN., (2015). Contribution à l'étude des impacts des maladies de plante sur les huiles essentielles de deux espèces d'eucalyptus dans la région Analamanga : Cas de *Eucalyptus citriodora* et *Eucalyptus globulus* (MYRTACEAE). Mémoire de fin d'étude, Université d'Antananarivo, 87 p.

-RAMSEY S.D., R. OCHOA, G. BAUCHAN, C. GULBRONSON, J.D. MOWERY, A. COHEN, D. LIM, J. JOKLIK, J.M. CICERO, J.D. ELLIS, D. HAWTHORNE et D. VANENGELSDORP., (2019). « *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116, 5 : 1792-1801.

-REY R., (2012). La disparition des abeilles (Colony Collapsus Disorder). Etat des lieux, analyse des causes et des conséquences. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Victor Segalen – Bordeaux 2, 115p.

-ROBAUX P., (1986). Varroa et Varroatoose. Edition Oppida, 238p.

-ROSENKRANZ P, AUMEIER P, ZIEGELMANN B., (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *J. Invertebr. Pathol.*, 103, 96-119.

-RUFFINENGO S., MAGGI M., CLAUDIA F., SUSANA B. et GARCIA R., (2007). Essential oils toxicity related to *Varroa destructor* and *Apis mellifera* under laboratory conditions. *Zootecnia Trop.*, 25(1): 63-69.

-S-

-SEBIHI R, BOUANAKA I., (2017). Élevage des reines de l'abeille domestique (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) dans la région de Constantine, Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie Filière : Sciences Biologiques Spécialité : Biologie et contrôle des populations des insectes.

-SEELEY TD., (1983). Division of labor between scouts and recruits in honey bee foraging. *Behavioral ecology and sociobiology*. Vol. 12. 253-259p.

-SEELEY T.D., (2002). The effect of drone comb on a honey bee colony's production of honey. *Apidologie*, 33 : 75 – 86.

-SHENGPING PJYQQ AND LIHUA LCW. Study of the niche transition of lesser Asian mite (*Tropilaelaps clareae*) in honey bee colony just after infection desynchronisation of larger varroa mite (*Varroa destructor*). *Apiculture of China.*(2011).

-SIMONEAU A ., (2002).La loque américaine. MAPAQ-CQIASA www.agrireseau.qc.ca. (Page consultée le 12 janvier 2010).

-STAN K., CHIPPENDALE G.M., JOHNSTON R.D.; (1983); *Eucalypts*, Volume I; New Revised Edition, Singapore; 368p.

-STRAUB P., (2007). (In Science.Direct.com).Faune et Flore. L'abeille sentinelle écologique.

-T-

-TERZO M et RASMONT P., (2007). L'apiculture, univ. mons-halnut. Laboratoire de zoologie.

-TALEB-TOUDERT K., (2015). Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptear : Bruchidae). Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mameri, Tizi Ouzou, Algérie.

-TREILLES M., (2002). Utilisation d'huiles minérales dans la lutte contre *Varroa destructor* (Anderson et Truman, 2000) parasite de l'abeille. Thèse de Doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 71p.

-TRAYNOR K., F. MONDET, J. DE MIRANDA, M. TECHER, V. KOWALLIK, M. ODDIE, P. CHANTAWANNAKUL et A. MCAFEE., (2020). « *Varroa destructor*: A Complex Parasite, Crippling Honeybees Worldwide ». *Trends in Parasitology*, 36, 7 : 592-606.

-V-

-VIDAL-NAQUET, N., (2010). La loque américaine:méthode de lutte, prévention. In *Comptesrendus des Journées Nationales des GTV*, Lille,pp. 1197–1201. GTV Paris.

-VIDAL-NAQUET, N. (2012). Chapter Honey bees.In *Invertebrate Medicine second edition* (ed. Greg Lewbart), pp. 285–323. Blackwell-Wiley.

-VONFRISCHI K., (2011). Vie et mœurs des abeilles. Editions Albin Michel, Paris, 21-66.

-W-

-WARING C, WARING A., (2012). Abeilles tous savoir sur l'apiculture. Edition Française, 179 p.

-WENDLING S., (2012). *Varroa destructor* (Anderson et Trueman, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction. Thèse de doctorat. École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 190 p.

-WINSTON M L., (1993). La biologie de l'abeille Paris : Frison-Roche .B, 276 p.

-Y-

-YEUNG, Yiu To et ARGÜELLES, Sandro., (2019). Bee Products: Royal Jelly and Propolis. In : .S.l. : s.n. 2019.

-YUE C. and GENERSCH E., (2005). RT - PCR analysis of deformed wing virus in honeybees (*Apis mellifera*) and mites (*Varroa destructor*). *J. Gen. Virol.*, 86: 3419 - 3424.

Annexes

Annexe 1 : Analyse de la variance pour le facteur duré sur la mortalité des abeilles.

Facteur duré	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
4.0	T4	19,74	A			
3.0	T3	13,802		B		
2.0	T2	7,75			C	
1.0	T1	1,865				D

Annexe 2 : Analyse de la variance pour le facteur duré sur la mortalité de varroa.

Facteur duré	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
4.0	t4	67,5	A			
3.0	t3	52,917		B		
2.0	t2	31,667			C	
1.0	t1	5,833				D

Annexe 3 : Analyse de la variance pour le facteur huile sur la mortalité des abeilles

Facteur huile	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
<i>E. citriodora</i>	H1	14,214	A	
<i>E.globulus</i>	H2	7,365		B

Annexe 4 : Analyse de la variance pour le facteur huile sur la mortalité de varroa

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	h2	46,042	A	
1.0	h1	32,917		B

Résumé

L'abeille *domestique* *Apis mellifera* est un insecte qui joue un rôle majeur dans le maintien de la biodiversité, l'abeille semble de plus en plus menacée à l'échelle mondiale avec une origine multifactorielle (maladies, parasites, produits phytosanitaires, facteurs climatiques). Le parasite *Varroa destructor* semble responsable d'une partie importante des effondrements et des mortalités des colonies d'abeilles qu'il infeste. Pour lutter contre ce parasite nous avons étudié, au laboratoire l'effet acaricide de deux huiles essentielles (*E.globulus* et *E. citriodora*). Il ressort des résultats obtenus que les deux huiles ont exprimé une toxicité remarquable contre le varroa même à des doses restreintes, il est à remarquer que l'huile essentielle d'*E.globulus* est plus efficace que celle d'*E.citriodora*. Le taux de mortalité de varroa est de 98% pour l'huile d'*E. citriodora* et 100% pour l'huile d'*E.globulus*. Concernant l'abeille *Apis.mellifera* le taux de mortalité est de 12% et 8% pour l'huile essentielle d'*E.globulus* et d'*E.citriodora* respectivement.

Mots clés : *Apis mellifera* ; *varroa destructor* ; huiles essentielles ; *Eucalyptus globulus* ; *Eucalyptus citriodora*

Abstract

The honeybee *Apis mellifera* is an insect which plays a major role in the maintenance of the biodiversity, the bee seems more and more threatened on a world scale with a multifactorial origin (diseases, parasites, phytosanitary products, climatic factors). The parasite *Varroa destructor* seems to be responsible for an important part of the collapses and the mortalities of the colonies of bees which it infests. To fight against this parasite we have studied, in the laboratory, the acaricide effect of two essential oils (*E. globulus* and *E. citriodora*). The results obtained show that both oils have expressed a remarkable toxicity against the varroa even at restricted doses, it is to be noted that the essential oil of *E. globulus* is more efficient than that of *E. citriodora*. The mortality rate of varroa is 98% for the oil of *E. citriodora* and 100% for the oil of *E. globulus*. Concerning the bee *Apis mellifera* the mortality rate is 12% and 8% for the essential oil of *E.globulus* and *E.citriodora* respectively.

Key words : *Apis mellifera* ; *varroa destructor* ; essential oils ; *Eucalyptus globulus* ; *Eucalyptus citriodora*