

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

Faculté Des Sciences

Départements Des Sciences
Agronomiques

N° :.....



DOMAINE : Science De La Nature Et De La Vie

FILIERE : Science Agronomiques

OPTION : Production et nutrition animales

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Intitulé

Etude de l'effet acaricide de l'huile essentielle d'eucalyptus
sur le parasite de l'abeille (*Varroa jacobsoni*)

Présenté par :

M^{elle} GUEDJAL Fatiha

Soutenu devant le jury composé de:

M^{me} SALEM Attia. S

Université de M'sila

Présidente

M. GUERMAH Hocine

Université de M'sila

Rapporteur

M. MAMMERI Adel

Université de M'sila

Examineur

Année universitaire
2018/2019

Dédicaces

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

Cet espace est très limité pour exprimer ma gratitude, et mes pensées très fortes pour eux, pour avoir été toujours présent dans ma vie tout en partageant les moments de joie et de peine.

Je dédie ce modeste travail à :

- Aux êtres les plus chers, les plus proches de moi que moi-même : à mes parents.
- A mon père qui était mon exemple et le reste pour toujours que Dieu te protège.
- A la femme la plus merveilleuse au monde, tu as pris soin de moi, tu m'as comblé d'amour et de tendresse, depuis naissance et c'est grâce à toi que j'ai pu devenir ce je suis, je te remercie maman, je t'aime et que Dieu te garde pour moi.
- A mes chères frères et sœurs :Saleh, Hocine, et Amel.
- Une spéciale dédicace a cette personne qui compte énormément pour moi, et pour qui je Porte beaucoup de tendresse et de respect, a toi AMINE
- A tous ceux qui m'ont soutenu dans mon travail de près ou de loin.

Remerciements

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

Je tiens à remercier la Présidente du jury **M^{me} SALEM Attia.S** et l'Examineur **M. MAMMERI Adel**, qui ont bien voulu nous honorer par leur évaluation de ce mémoire.

J'adresse mon vif remerciement, en tout premier pour sa patience et les précieux conseils pour m'avoir dirigée tout au long de ce travail, mon promoteur **Mr. GUERMAH HOCINE**.

Aux personnels de la station expérimentale du Département des Biotechnologies, Faculté Sciences Naturelles, Université Blida I, Précisément **Mr GHRIBI YUCEF** responsable de l'apiculture.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail plus précisément **Dr. Bounar Rabah**, Chef de Département de Biologie pour son assistance.

LISTE DES FIGURES/TABLEAUX

LA LISTE DES FIGURES

PARTIE 01 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR L'ABEILLE

Figure 1 : Schéma d'une ouvrière	4
Figure 02 : Les acteurs de la ruche.....	7
Figure 03 : répartition du varroa dans le monde	24
Figure 04 : Varroa destructor.....	25
Figure 05 : morphologie d'un varroa male.....	27
Figure 06 : Protonympe (à gauche), deutonympe (centre) et adulte (à droite) de la femelle du <i>Varroa destructor</i>	28

PARTIE 02 : PARTIE 02 : PARTIE EXPÉRIMENTALE

CHAPITRE I: MATÉRIEL ET MÉTHODES

Figure 07 : feuilles d'eucalyptus.....	49
Figures 8-9 : Disposition des ruches.....	49
Figure 10 : Matériel (Clévenger) d'hydro-distillation employé pour l'extraction de l'huile essentielle d'Eucalyptus.....	51
Figure 11,12 : Disposition de lanières en papier buvard portant le traitement, sur les langes graissées.....	52
Figure 13 : Disposition des 3 lanières d'Apivar dans la ruche.....	53
Figure 14 : Pulvérisation du traitement.....	53
Figure 16 : Méthode d'utilisation des langes.....	54
Figure 17 : Estimation du nombre d'abeilles dans une colonie.....	55

LISTE DES FIGURES/TABLEAUX

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

Figure 18: Histogramme représente le taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE d'Eucalyptus	58
Figure 19 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d'Eucalyptus à la concentration 0.5%.....	59
Figure 20: Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d'Eucalyptus à la concentration 0.25%.....	60
Figure 21 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d'Eucalyptus à la concentration 1%.....	60
Figure 22 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'acide oxalique (AO).....	61
Figure 23 : Evolution de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par Apivar (AP).....	62
Figure 24: Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches (lot témoin).....	62
Figure 25 : Comparaison entre le taux de mortalité des 06 lots.....	63
Figure 26 : Evaluation des taux de mortalité des ruches traitées avec l'huile essentielle d'Eucalyptus et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).....	64
Figure 27: Evolution de taux de mortalité des lots traités avec l'huile essentielle d'Eucalyptus et les produits chimique (Apivar et Acide oxalique).....	64

LISTE DES FIGURES/TABLEAUX

La liste des tableaux

Tableau n°1: Importance de l'infestation de varroa selon le % dénombré par le décompte à l'alcool Source: Ritter (1983) cité par Robaux (1986).....	34
Tableau n°2: Principaux acaricides contre la varroase.....	35
Tableau 03 : Le protocole expérimental de traitement.....	53
Tableau 04 : Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE d'Eucalyptus	56
Tableau 05 : Traitement à la concentration 0.25% (Lot n° 2/D1).....	(Annexe 2)
Tableau 06: Traitement à la concentration 0.5% (Lot n° 3/D2).....	(Annexe 2)
Tableau 07 : Traitement à la concentration 1% (Lot n° 4/D3).....	(Annexe 2)
Tableau 8: L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO).....	(Annexe 2)
Tableau 09 : L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Api var (lot n°6/AP).....	(Annexe 2)
Tableau 10 : Témoin (lot n°1/TM).....	(Annexe 2)
Tableau 11 : Comparaison entre les lots.....	(Annexe 2)
Tableau 12 : Le pouvoir acaricide après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle d'Eucalyptus	(Annexe 3)
Tableau 13 : Evaluation des taux de mortalité dans les lots traités avec l'huile essentielle d'Eucalyptus et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).....	(Annexe 3)

Liste des Abréviations

- % : Pourcentage.
- °C : Degré Celsius.
- **A**: Nombre des varroas morts après un mois.
- **A.R.L.A.S.C** : Agence de Réglementation de Lutte Antiparasitaire de la Santé Canadienne.
- **B**: Mortalité moyenne du varroa par jour.
- **C** : Population des varroas estimés.
- **Cpt** : Comptage.
- **F.A.O** : Feed Agriculture Organisation.
- **F.A.Q** : Fédération des Apiculteurs de Québec.
- **g**: gramme.
- **HE** : Huile essentielle.
- **J** : Jour.
- **Kg** : Kilogramme.
- **M/S** : Mètre par Seconde.
- **Mg** : Milligramme.
- **Min** : Minute.
- **ml** : Millimètre.
- **mm** : Millimètre.
- **Nbr** : Nombre.
- **P** : Population des abeilles estimées
- **T°** : Température.
- **X** : La moyenne.
- **σ** : L'écart type.
- **OA** : L'acide oxalique.
- **AP** : Apivar

Liste des Annexes

Annexe 01.....	56
Annexe 02.....	57
Annexe 03.....	58

Sommaire

Dédicaces.....	i
Remerciements.....	ii
Liste des figures	iii
Liste des tableaux.....	iv
Liste des abréviations et annexes.....	vi
Sommaire	vii
Introduction	1
CHAPITRE I GENERALITES SUR L'ABEILLE.....	3
I.1.Définition	3
I.2.-Systématique des abeilles.....	3
I.3.Morphologie de l'abeille	4
I.3.1.La tête	4
I.3.2.Le thorax	5
I.3.3.L'abdomen	5
I.4.Anatomie et physiologie de l'abeille	6
I.4.1.la reine.....	6
I.4.2.l'ouvrière	6
I.4.3.Le mâle.....	6
I.5.La colonie	7
I.5.1.Cycle de la colonie	7
I.6. Produits de la ruche	8
I.6.1. Le miel	8
I.6.2. Le pollen	9
I.6.3. La gelée royale	9
I.6.4. La cire	10
I.6.5.la propolis	10
I.6.7. Le venin	10
CHAPITRE II: ETUDE DE LA VARROASE	11
1. Généralités	11
1.2. L'agent causal	12
1.3. L'Hôte réceptif	13
1.4. Systématique du varroa	13
2. MORPHOLOGIE ET ANATOMIE DU VARROA	14
2.1. Morphologie externe	14

2.2. ANATOMIE INTERNE	17
2.2.1. Le tégument	17
2.2.2. Le système nerveux	17
2.2.3. Le système circulatoire	17
2.2.4. Le système respiratoire	18
2.2.5. Le système reproducteur	18
2.2.6. L'appareil digestif.	18
2.2.7. Le système excréteur	19
3. LA DYNAMIQUE DU VARROA	19
3.1. Cycle évolutif	19
3.2. La nutrition	21
4. Facteurs favorisant l'extension du varroa	22
CHAPITRE III : MOYENS DE LUTTE CONTRE VARROA.....	23
Introduction	23
I.1. Méthode de dépistage simplifié.....	23
I.2. Test à l'acide formique	23
I.3. Décompte sur les abeilles.....	23
II. La lutte chimique	24
III - Moyens de lutte biologique	25
III.1. Application des acides organiques	25
III.2. Acide formique	25
III.3. Acide oxalique et acide lactique	25
IV. Plantes répulsives	26
CHAPITRE IV présentation de l'espèce végétale <i>Eucalyptus radiata</i>	27
1. Classification.....	27
2. Description botanique de l' <i>Eucalyptus radiata</i>	27
3. Origine.....	27
4. Domaine d'utilisation	27
5. Principaux constituants de l'huile essentielle.....	28
V. Les huiles essentielles	28
1. Généralités	28
2. Procédés d'extraction	28
3. Principaux paramètres d'extraction	29
1. Extraction par expression à froid	29
2. L'extraction par le CO ₂ supercritique (CO ₂)	30
3. Méthodes d'extraction à froid	30
4. Extraction par Détente Eclair (Flash-Détente)	30

1. Facteurs intrinsèques	31
2. Facteurs extrinsèques	31
IV. La toxicité des huiles essentielles	32
VI. L'utilisation des huiles essentielles	33
PARTIE EXPERIMENTALE.....	34
1. Objectif du travail	34
2. Présentation de la zone d'étude.....	34
2.1. Critères de choix du site	34
2.2. Présentation du site	34
2.3. Les conditions de travail	34
3. Matériel biologique.....	34
3.1. Matériel animal.....	34
3.2. Matériel végétal	35
4. Matériel non biologique	35
4.1. Matériels apicoles	35
5. Méthode.....	37
5.1 Méthodes d'extraction	37
. hydro distillation	37
5.2. Détermination du rendement en huile essentielle.....	37
5.3. Préparation de la solution d'acide oxalique.....	38
5.4. Préparation des doses des huiles essentielles.....	38
5.5. Présentation des lots expérimentaux.....	39
5.6. Méthode d'estimation du nombre de varroa dans la colonie	40
5.7. Méthode d'estimation du nombre d'abeilles dans une colonie.....	40
5.8. Méthode d'estimation du taux d'infestation d'une colonie.....	41
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION	42
1. Résultats	42
1.1. Evaluation du rendement de l'huile essentielle.....	42
1.2. Test de toxicité de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus radiata</i> sur l'abeille <i>Apis mellifera</i>	42
1.3. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches et lots	42
1.5. L'évaluation de la mortalité de varroas dans différentes ruches	44
1.6. Le pouvoir acaricide d'huile essentielle après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus</i>	48
2. DISCUSSION	49
Conclusion :.....	51

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....	53
ANNEXES	
Annexe 01.....	56
Annexe 01.....	57
Annexe 01.....	58
Résumé.....	59

INTRODUCTION

INTRODUCTION :

L'élevage des abeilles promet la prospérité de tous les habitants d'un pays. L'objectif le plus important de l'apiculture n'est pas l'obtention de miel et de cire, mais la fécondation des fleurs et l'obtention de récoltes abondantes. L'état doit disposer d'un cheptel d'abeilles permanent. Mais les abeilles ne vont pas très bien, les pertes sont considérables. Cet insecte précieux, subit des attaques parasitaire féroces qui nuisent à sa santé et son existence; ceci est devenue inquiétant depuis quelques années quand leur taux de mortalité a atteint 30 à 35%, taux anormalement élevé ; et qui peut atteindre dans certains cas les 50% de pertes en périodes hivernales et 30% à 40% de pertes en période printanières (**Boucher, 2009**).

Une conjoncture de plusieurs facteurs semble expliquer ce problème, mais l'on pointe en première ligne les aléas climatiques (chute des températures, neige et sécheresse) et la maladie parasitaire engendrée par le varroa agent de la varroase. Cette dernière causée par l'acarien *Varroa jacobsoni* qui est considéré actuellement à juste titre, par tous les apiculteurs, comme étant le parasite le plus dangereux de l'abeille domestique *Apis mellifera*. Il cause alors des pertes énormes en réduisant la quantité de la production apicole.

La varroase a traversé presque tout le territoire Algérien en 1981. Venue d'Asie via l'Europe, elle met le cap à l'ouest du Maghreb et au sud du Sahara. Sur son passage certains apiculteurs algériens ont perdu de 30 à 50 % de leur cheptel en 1991, ainsi que la production qui n'atteint seulement que 40 000 à 50 000 tonnes (**De Favaux M, 1984**)

Faucon J.P., Drajnudel P., Chauzat M.P. et Aubert M., 2007) montrent que l'utilisation des acaricides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus adaptée pour lutter contre le varroa à cause de son efficacité et son application rapide et facile. Cependant, leur emploi intensif crée des générations de varroa résistantes à ces produits, et en plus ils 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.

Dans ce contexte, l'orientation vers la lutte biologique avec des moyens naturels tels que les huiles essentielles des plantes aromatiques offre une solution valide car

INTRODUCTION

leur présence est normale dans l'ambiance de la ruche. (Colin *et al*, (1990) ont montré que de nombreuses huiles essentielles végétales ont un effet antiparasitaire. 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.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet acaricide de l'huile essentielle de d'Eucalyptus sur le *Varroa jacobsoni* parasite de l'abeille 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.

Nous avons organisé notre travail comme suit :

- ✓ Une première partie est consacrée aux rappels bibliographiques fournissant des définitions et des concepts scientifiques de l'abeille domestique; de l'acarien parasite de l'abeille *Varroa destructor* et de la propriété antiparasitaire de l'huile essentielle d'eucalyptus
- ✓ Une deuxième partie consacrée au matériel et méthodes utilisés dans l'exploration des données expérimentales.
- ✓ Une dernière partie pour discuter les résultats obtenus et d'une conclusion.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'ABEILLE

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'ABEILLE

I.1.Définition :

L'évolution des abeilles est liée à l'apparition et à l'évolution des plantes à fleurs (angiospermes) qui produisent du nectar et du pollen. L'apparition de l'abeille est liée à l'apparition des plantes à fleurs.

Il existe près de 950 races d'abeilles, la seule vivant en colonie étant *l'Apis Melifera*. C'est celle que l'on connaît le mieux, puisqu'elle nous sert à récolter le miel., c'est l'abeille qui fait tout le travail. L'apiculteur accompagne ses colonies et récolte sa part de miel à la fin de la saison.

Les ruches telles que nous les connaissons ont une centaine d'année, mais les interactions entre l'abeille et l'homme sont bien plus éloignées. Les premières peintures rupestres témoignant d'une interaction homme/abeilles datent de 10 000 ans

Une abeille pèse 1/10ème de grammes. 1 kg d'abeilles = 10 000 individus. Il y a dans une ruche, selon les saisons et la santé de la colonie, entre 30 000 et 60 000 individus. Ses antennes lui donnent une sensibilité 3000 fois supérieure à celle de l'homme. Bruno Corbara, (1991)

I.2.-Systématique des abeilles:

(d'après Christine & Bernard NICOLLET, 1990)

Regne :	Animalia
Embranchement	: Arthropoda
Sous-embranchement	: Hexapoda
Classe	: Insecta
Sous-Classe	: Pterygota
Infra-Classe	: Neoptera
Super-Ordre	: Endopterygota
Ordre	: Hymenoptera (Hyménoptères)
Sous-ordre	: Apocrites Aculéates(abdomen distinct du thorax avec aiguillon non visible au repos)
Genre	: Apis
Sous-genre	: Mellifera

Le cheptel apicole algérien est constitué de deux races:

-*Apis mellifera* -.intermissa, dite « abeille tellienne » ou « abeille noire du Tell »

-*Apis mellifera-sahariensis*, encore appelée « abeille saharienne » implantée au sud ouest de l'Algérie (Béchar., Ain Sefra), **Abdelguerfi et al.**,(2003)

I.3.Morphologie de l'abeille :

Le corps de l'abeille est divisé en plusieurs segments (figure 1). On distingue facilement trois parties, caractéristiques de la classe des insectes, composant le corps de l'abeille : la tête, le thorax et l'abdomen.

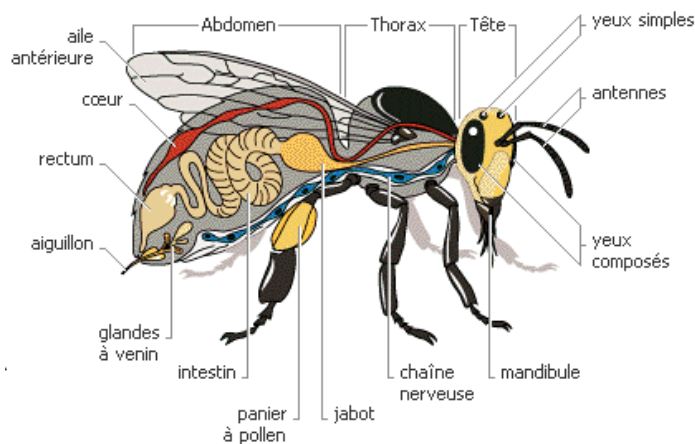


Figure 1 :Schéma d'une ouvrière (honey-bee-biology)

I.3.1.La tête :

La tête comporte les pièces buccales, les glandes associées et les pièces sensibles majeures: les yeux, les antennes et les poils sensitifs.

Les yeux et les mâchoires de l'ouvrière sont particulièrement développés.

Les pièces buccales comportent:

- une paire de mandibules
- un proboscis ou langue constitué de la maxille et du labium. Le proboscis étendu mesure entre 5,3 et 7,2 mm selon la race, ce qui détermine les fleurs que les abeilles peuvent butiner.

Les mandibules peuvent servir comme ciseaux, pinces, spatules, rabots. Elles servent à façonner la cire et à pétrir la propolis.

La longueur de la langue est aussi fonction de la caste: de très longue pour l'ouvrière, elle devient plus courte chez le faux-bourdon et encore plus courte pour la reine.

Goetze a démontré que la longueur de la langue a une influence sur la récolte. Face à du trèfle rouge, des abeilles ayant une langue de 6,5 mm de long ont ramené 25 kg de pollen. Des abeilles ayant une langue de 6,35 mm n'ont presque rien ramené. (biri, 2010 ; le conte, 2004)

Les yeux composés sont:

- écartés chez l'ouvrière et la reine
- contigus chez le faux-bourdon

La tête ne comporte pas de système auditif extérieur, ce qui n'empêche pas l'abeille d'entendre.

Les antennes sont constituées d'un flagellum (divisé en 10 segments chez l'ouvrière et chez la reine et en 11 segments chez le faux-bourdon), d'un pédicelle et d'un scape.

Ses fonctions principales sont:

- l'ingestion et la digestion partielle de la nourriture
- la fonction sensitive: la vue, l'odorat, l'ouïe

I.3.2.Le thorax :

Le thorax est divisé en 3 segments, dont le 1^{er} s'appelle le propendium.

Chaque segment porte une paire de pattes. Les 2^e et 3^e segments portent chacun une paire d'ailes.

La fonction principale du thorax est donc locomotrice. En effet, c'est là que se trouvent les principaux muscles du vol et de la marche. Le thorax s'occupe également de fonctions plus spécialisées comme la collecte du pollen. (biri, 2010 ; le conte, 2004)

I.3.3.L'abdomen :

L'abdomen comporte 7 segments visibles et contient les organes internes ainsi que le dard. Deux segments supplémentaires peuvent être trouvés (avec l'aiguillon ou les organes reproducteurs) mais ils sont très petits.

Chaque segment comporte une plaque dorsale et une plaque ventrale reliées par des membranes. Ceci permet l'expansion de l'abdomen quand l'abeille est gorgée de miel, de nectar ou d'eau.

Dans l'abdomen, on retrouve:

- la plupart des organes
- quelques glandes
- l'aiguillon à l'extrémité

I.4. Anatomie et physiologie de l'abeille :

L'abeille domestique possède une biologie bien particulière, due à son comportement social et sa co-évolution avec les plantes à fleurs. Il existe des différences marquées entre les trois castes d'abeilles :

I.4.1. la reine:

Ses principales fonctions sont la ponte des œufs et la régulation des activités de la colonie par sécrétion de phéromones produites par les glandes mandibulaires (stimulation de la production de cire, inhibition de la construction d'alvéoles royales, inhibition du développement ovarien des ouvrières).

Elle est facilement reconnaissable par son abdomen et son thorax plus développés que ceux des ouvrières.

Elle mesure en moyenne 16 mm de long et son thorax atteint 4,5 mm de diamètre (biri, 2010). elle pèse entre 178 et 298 mg (wendling, 2012).

3 à 6 jours après la naissance, par beau temps, la reine part en vol nuptial. Elle trouve un nuage de fécondation (sorte de RDV de tous les mâles environnants), puis est fécondée par 10 à 12 mâles, ce qui lui permet de remplir sa spermathèque. Elle rentre ensuite à la ruche. Le sperme mature 3 ou quatre jours, puis la ponte commence. En pleine saison, la ponte peut aller jusqu'à 2000 oeufs/jours.

La reine est nourrie exclusivement à la gelée royale. Sa durée de vie est de 5 ans.

I.4.2. l'ouvrière :

Le rôle d'une ouvrière est défini selon son âge. Une ouvrière passera donc 21 jours à naître, puis 21 jours dans la ruche, et enfin 21 jours hors de la ruche. En hiver, sa durée de vie est plus longue, de 4 à 5 mois.

I.4.3. Le mâle:

Ils se caractérisent par un corps massif (diamètre thorax de 5,5 mm) et peuvent atteindre 12 à 14 mm de long. Ils pèsent entre 196 et 225 mg (wendling, 2012).

Ils sont dépourvus de dard, de plaques cirières et du système collecteur de pollen de la

troisième paire de pattes. En revanche, leurs yeux composés sont nettement plus développés. Sont inexistants au printemps. Servent principalement à la fécondation, et à réguler la température de la ruche. A la fin de l'été, ils sont tués par la colonie. Leur durée de vie est de 3 à 4 mois.



Figure 02 : Les acteurs de la ruche (Adjimis, 2011)

I.5. La colonie :

Une colonie consommera 40 kilos de miel en une année. **Le pollen** est la source de protéine de la ruche. Généralement utilisé pour le couvain, plus il entre, plus le couvain est vaste. **Le nectar** (et le miellat de pucerons) est un produit énergétique composé à 80% d'eau. Il est séché et travaillé, puis operculé lorsqu'il atteint environ 20% d'eau. **La propolis** est utilisée pour colmater et assainir la ruche. La ruche consomme environ 60 litres d'eau par an. La colonie aime l'eau chargée en sels minéraux.

La colonie a une zone de butinage qui s'étend à 3 km de la ruche, ce qui correspond à 2700 Ha. Pour produire du miel bio (AB), cette surface doit « être indemne de culture intensive ». La colonie a un souvenir précis de la place de la ruche. Pour la déplacer, il faut soit parcourir plus de 3 km, soit effectuer un « formatage » de la ruche, en la maintenant deux nuit fermée dans un endroit frais (cave).

I.5.1. Cycle de la colonie :

On appelle ainsi les principales étapes qui déterminent le développement de la colonie (récoltes et ponte de la reine). Ce cycle dépend intimement des saisons, de l'environnement floral et agricole. La base de l'alimentation de la colonie étant le pollen et le nectar, il est donc principalement lié à la quantité et la qualité de la flore mellifère. On comprend là l'importance

de la gestion florale et de l'usage des pesticides en agriculture (herbicides pour les fleurs, insecticides pour les abeilles).

Ce cycle est « parallèle » à l'activité reproductrice de la reine et à la présence de couvain. Selon la saison, on distingue les abeilles (ouvrières) d'été et les abeilles (ouvrières) d'hiver. Les premières naissent au printemps et en été, participent au développement de la colonie et à la préparation au passage de l'hiver (récolte et stockage des réserves). Leur espérance de vie est de 5 à 6 semaines en moyenne. Les secondes naissent en fin d'été, à l'automne ou en début d'hiver et permettent la survie de la colonie. Leur espérance de vie peut être de six mois. Selon les souches d'abeilles, la géographie, le climat, les cycles seront différents.

Après l'hivernage, en janvier, la colonie commence à se développer avec la reprise de la ponte,

- La colonie se développe vers son pic de population d'ouvrières (abeilles d'été) au mois de juin. La reine peut alors pondre jusqu'à 2000 œufs par jour.
- Fin juillet, début août, la population commence à décroître en même temps que la floraison,
- Fin août, début septembre, on constate une reprise de ponte liée par exemple à la floraison du lierre qui va permettre la mise en route du couvain d'abeilles d'hiver.

La population de la colonie d'abeille est donc caractérisée au printemps par une explosion démographique. A l'automne, la population a régressé et la naissance d'abeilles d'hiver, « de qualité » ayant des particularités physiologiques (corps gras, zones de réserve, bien constitués) permettront à la colonie de passer l'hiver.

I.6. Produits de la ruche :

I.6.1. Le miel :

Le miel est la substance sucrée naturelle produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir de nectars floraux et de miellat.

Les butineuses remplissent leur jabot de substances sucrées et les ramènent à la ruche. De jeunes abeilles les prennent en charge et y ajoutent des matières spécifiques (enzymes, etc.). Le miel sera ensuite placé dans les cellules. Les abeilles ventileuses vont le ventiler pour en chasser l'excédent d'humidité. Du nectar contenant jusqu'à 80% d'eau au miel qui n'en contient que 18 à 20 %, les abeilles évacuent peu à peu l'eau que le nectar contient. Dès qu'il est

suffisamment concentré, les cellules sont refermées par un opercule de cire ce qui la rend imperméable à toute humidité.

Le miel est consommé pendant le repos hivernal et apporte les glucides nécessaires à la survie des abeilles. Il n'existe pas deux miels parfaitement identiques. D'une ruche à l'autre, la récolte varie car les fleurs butinées sont différentes, la saison change (miel de printemps ou miel d'été) et le climat change. Chaque fleur butinée laisse dans le miel sa carte d'identité: au travers des sucres de son nectar et de ses micro-éléments (pigments qui donnent au miel sa couleur et ses arômes,...).

En règle générale, la dernière récolte se réalise à la fin de l'été pour laisser la colonie compléter ses réserves afin l'entrée en hivernage.

La composition du miel lui permet théoriquement d'avoir des propriétés intéressantes, Notamment pour une utilisation en médecine humaine : antibactérienne (effet osmotique du sucre, pH acide du miel, libération de peroxyde d'hydrogène), anti-inflammatoire (effet osmotique, antioxydant), stimulante de la cicatrisation (effet osmotique, effet hygroscopique), débridant (relative humidité) et adoucissante (très peu cytotoxique : faible libération de peroxyde d'hydrogène). (BRUNEAU, 2004)

I.6.2. Le pollen :

Riche en protéines, il sert de nourriture aux larves. Plus les abeilles auront accès à une gamme de fleurs variée, plus le pollen sera riche et plus la ruche se développera rapidement.

Le pollen est aussi un élément essentiel à la reproduction des plantes. Le pollen contient la semence mâle qui doit entrer en contact avec un ovule d'une fleur située sur une autre plante pour qu'il y ait fécondation. (BRUNEAU, 2004)

I.6.3. La gelée royale :

La gelée royale est la substance la plus élaborée de la ruche et la clé du développement de la colonie. Contrairement à ce que beaucoup pensent, la gelée royale n'est pas un miel amélioré. Sa fabrication par les abeilles n'a d'ailleurs rien à voir avec celle du miel puisqu'elle est produite directement par des glandes spéciales présentes chez les abeilles nourrices. Bien entendu, pour pouvoir produire de la gelée royale en quantité, les abeilles doivent être bien nourries, et donc consommer du miel en qualité et en quantité. C'est la nourriture exclusive:

_de toutes les larves de la colonie, pendant les 3 premiers jours

_des larves royales, pendant les 5 premiers jours

_de la reine dès qu'elle quitte la cellule royale

Elle est secrétée par des jeunes abeilles nourrices.

La gelée royale permet à la larve royale de voir son poids initial multiplié par 2000 en 5 jours et à la reine de pondre jusqu'à 2000 oeufs par jour. De blanc nacré à blanc jaunâtre, elle a une odeur caractéristique et un goût légèrement acide.

I.6.4. La cire :

La cire est produite par l'abeille ouvrière âgée d'environ 12 jours. Ce n'est pas une substance que l'abeille récolte dans la nature. ce sont les glandes cirières des abeilles qui produisent la cire. Elle est émise sous forme de petites écailles, auxquelles l'abeille ajoute de la salive avant de malaxer le tout avec ses mandibules. La cire est un mélange complexe de composés organiques dans lequel plus de 300 constituants chimiques ont été identifiés. La cire est utilisée en bougie, dans des produits de protection des surfaces (meubles, maisons, chaussures) ou en cosmétique.

I.6.5. la propolis :

La propolis est une substance résineuse qui sert à calfeutrer et consolider la ruche. Elle sert donc à protéger la ruche et les abeilles des agressions extérieures. ses vertus antiseptiques sont utilisées depuis très longtemps par l'homme pour se soigner. Elle est collectée dans la ruche en grattant la périphérie de certains cadres où les abeilles la stockent. Utilisée propolis brute, en gomme à mâcher ou en sirop, elle soigne notamment les maux de gorge. (bruneau, 2004).

I.6.7. Le venin :

Beaucoup moins connu que les autres produits de la ruche, le venin est étudié par les chercheurs en médecine pour son action remarquée sur les rhumatismes. Le venin des abeilles est aussi utilisé par l'industrie chimique.

Seuls les individus femelles sont pourvus d'un appareil vulnérant et synthétisent donc du venin. Une poche spécifique leur permet de stocker jusqu'à 150 µg pour une ouvrière mature et jusqu'à 700 µg pour une reine. C'est un liquide incolore, à forte odeur amère, qui rend les abeilles agressives. Le mode de vie d'*Apis mellifera* définit un supra-organisme qu'est la colonie.

CHAPITRE II :ETUDE DE LA VARROASE

CHAPITRE II: ETUDE DE LA VARROASE

1. Généralités :

Le Varroa a été découvert pour la première fois en Inde (sur l'île de Java) par JACOBSON en 1904, et décrit par le hollandais oudemans d'où le nom scientifique : *Varroa jacobsoni oudemans*. L'hôte d'origine de Varroa est l'abeille d'Asie *Apis cerana*, qui n'avait initialement pas de zone de contact avec l'abeille européenne *Apis mellifera*. Le développement de la transhumance des colonies d'abeilles a permis un contact artificiel entre les espèces *Apis cerana* et *Apis mellifera*, puis le passage de Varroa sur *Apis mellifera*.

Ce changement d'hôte s'est sans doute produit au cours des années 1940 ou 1950 (grobov, 1976). Des lors, la parasitose a connu une extension de plus en plus rapide, au gré des transhumances et des échanges commerciaux, l'infestation de nouvelles colonies étant autorisée par la phorésie. Le Varroa était détecté dans l'ensemble des républiques soviétiques avant la fin des années 1960 (colin *et al.* 1983).

Suite à l'analyse génétique de l'ADN des Varroa, les chercheurs ont constaté que le Varroa présent sur les abeilles était légèrement différent du Varroa mis en évidence dans sa zone d'origine. Sachant cela, les chercheurs ont dû lui trouver un nouveau nom (*Varroa destructor*). C'est de là que vient cette modification. Si le nom a changé, le Varroa reste pourtant bien le même (ANONYME, 2003).

La cuticule des abeilles est constituée d'un mélange d'une cinquantaine de composés lipidiques – des hydrocarbures – qui servent entre autre à la communication chimique. Les abeilles sont capables de reconnaître la composition d'une cuticule et d'identifier ainsi l'espèce ou l'âge d'un individu. Cela leur sert également à détecter la présence des parasites dont la cuticule est différente. Des études précédentes ont montré que l'acarien *Varroa destructor* peut mimer les hydrocarbures cuticulaires de leur hôte et ainsi échapper au comportement hygiénique des abeilles. Dans ces nouveaux travaux, les chercheurs se sont intéressés à la capacité des acariens, selon leur origine, à mimer la composition de la cuticule d'un nouvel hôte, d'une espèce différente, en transférant des acariens vivant dans une colonie d'abeilles asiatiques sur des larves d'abeilles européennes et inversement. (Christidès and A.-G. Bagnères ; *Biology Letters* ; 3 juin 2015.)

CHAPITRE II : ETUDE DE LA VARROASE

En 1980, Varroa atteint les rivages méditerranéens par la Grèce et la Yougoslavie (griffhits et bowman, 1981). Sur les autres fronts, Varroa atteint le continent africain par la Tunisie, vraisemblablement en 1975, à la suite de l'importation de plusieurs centaines de colonies en provenance de Roumanie. La parasitose gagne du terrain vers l'ouest en Algérie, mais aussi vers l'est et le sud en direction de la Libye. A partir du Paraguay, sur le continent sud-américain, Varroa s'étend depuis 1975 sur la Bolivie, le Brésil au nord, en Uruguay et a remonté vers l'Amérique centrale et l'Amérique du nord (Figure 3)

Aujourd'hui le varroa destructor touche une très grosse partie du monde.



(Figure 3) : Répartition du varroa dans le monde (FERNANDEZ, 2002).

1.2. L'agent causal :

L'agent causal de la maladie est un ectoparasite *Varroa jacobsoni* ou *Varroa destructor*. C'est un arthropode de la classe des Arachnides, de l'ordre des Acariens, voisin des Dermanyssidés. De forme ovale et de couleur brune, il est visible à l'œil nu. Le mâle mesure environ 0,90 mm par 0,80 mm. La femelle mesure 1,50 mm par 1,75 mm. Les œufs mesurent 0,63 mm par 0,45 mm.

Son appareil buccal est de type piqueur-suceur. Les pattes sont munies de volumineuses ventouses.

En hiver, les femelles fécondées se logent entre les sternites de l'abeille. Elle pond dans les cellules de couvain non operculées. Les varroas se développent en se nourrissant de l'hémolymphe de la larve d'abeille. Le varroa devient adulte en 6 à 9 jours selon le sexe. Il sort de la cellule en même temps que l'abeille. L'abeille qui naîtra sera plus ou moins difforme et faible. Le couvain de faux-bourdon est plus sensible à l'infestation par le varroa.

CHAPITRE II : ETUDE DE LA VARROASE

L'infestation est à son minimum en hiver. Elle augmente au cours de la saison et atteint son paroxysme à l'automne(1904, Jacobson)



Figure 4 : *Varroa destructor* (Goodwing et Van eaton, 2001).

1.3. L'Hôte réceptif :

L'hôte spécifique de Varroa est l'abeille. Quelques expériences tentées pour fixer le Varroa sur des guêpes, des bourdons ou d'autres insectes, ont montré que le Varroa ne reste pas sur ces hôtes. Il n'a, par ailleurs, jamais été découvert de Varroa dans les nids d'un quelconque autre hyménoptère ou autre insecte (Grobov, 1977).

1.4. Systématique du varroa :

Selon Andreson et Truman (2000), acarien appartient au :

Règne	Animal
Sous règne	Métazoaires
Embranchement	Arthropodes
Sous embranchement	Chélicérates
Classe	Arachnides
Ordre	Gamazidas
Sous ordre	Mesostigmates
Famille	Varroadaes
Sous famille	Varroanas
Genre	Varroa
Espèce	<i>Varroa destructor</i>

Le genre Varroa est composé de quatre espèces : *Varroa jacobsoni* , (décrite par Oudemans en 1904), *Varroa underwoodi* (décrite par Delfinado-Baker et Aggarwale en 1987), *Varroa rindereri* (décrite par De Guzman et Delfinado-Baker en 1995) et *Varroa*

CHAPITRE II : ETUDE DE LA VARROASE

destructor (décrite par Anderson et Trueman en 2000). Seul *Varroa destructor* est présent en Europe, les autres espèces étant parasites d'abeilles asiatiques (TREILLES, 2002).

2. MORPHOLOGIE ET ANATOMIE DU VARROA :

2.1. Morphologie externe :

Varroa destructor présente un dimorphisme sexuel très marqué à l'état adulte ; la femelle étant presque deux fois plus grande que le mâle. Cette dernière, forme de résistance et de dissémination, est facilement observable sur le corps des abeilles adultes tandis que le mâle et les formes immatures (formes larvaires et nymphales) sont cachés dans le couvain operculé (Lhomme, 1990).

-Varroa femelle :

Visible à l'œil nu, la femelle a un corps de forme ellipsoïdale, plus large que long : en moyenne 1,1 mm de longueur pour 1,6 mm de largeur. Brun clair à l'éclosion, sa couleur fonce et prend un teint rougeâtre chez les individus les plus âgés. Sa cuticule, durcie par une protéine, la sclérotine, est divisée en plaques appelées sclérites. Souvent couverts de poils, ces sclérites sont unis par un tégument souple nommé membrane interscutellaire, qui permet l'articulation des sclérites entre eux. Fernandez et Coineau,(2002).

La Face dorsale :

Striée transversalement et couverte de soies différenciées selon les régions, la face dorsale est composée d'un unique sclérite formant un large bouclier bombé (fig 3). Les soies des bords marginaux sont épaisses, longues et spiniformes tandis que celles du centre sont plus minces et portent de courtes barbules (fernandez et coineau, 2002).

La Face ventrale : La complexité de la morphologie de *Varroa* s'observe quand on retourne le parasite.

Comme tout acarien, il est divisé en deux parties : l'idiosoma représente la quasi-totalité du corps et le gnathosome correspond à l'appareil buccal;(treillers, 2002).

L'idiosoma est formé de dix sclérites et porte quatre paires de pattes. Ces pattes, courtes et robustes, sont composées de sept articles (de la base à l'extrémité distale : coxa, trochanter, fémur, génual, tibia, tarse, apotèle). L'apotèle se termine par une pelote

CHAPITRE II : ETUDE DE LA VARROASE

adhésive, souple et transparente. Seule la paire I n'est pas repliée vers la face ventrale (fernandez et coineau, 2002).

-Varroa mâle :

Le mâle de *V. destructor* a seulement un rôle de reproduction. Il a une forme de corps sphérique et couleur blanchâtre, il est plus petit que la femelle (environ 0,8 mm de diamètre). Il a un corps mou, très similaire à la phase immature de la femelle du varroa (Figure 4). Les mâles ont une vie très courte: ils ne sont pas en mesure de survivre à l'extérieur du couvain operculé, en fait, ils meurent en quelques jours. Ils ne peuvent pas se nourrir parce que leurs pièces buccales sont déléguées exclusivement au transfert des spermatozoïdes dans les voies génitales de la femelle.



(Figure5) : Morphologie d'un varroa mâle (Jacopo werther, 2010)

La face dorsale est uniformément et abondamment couverte de soies. Les sclérites de la face ventrale sont moins différenciables que chez la femelle. La morphologie de cette face reste néanmoins sensiblement la même que chez la femelle. La majeure différence réside dans la position de l'ouverture génitale, plus en avant, entre les pattes de la paire II. L'appareil buccal est quant à lui modifié : les chélicères sont transformés en spermiodyctyles, 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.

-Les immatures :

Chez les acariens, l'ontogénèse comprend six stases : prélarve, larve, protonympe, deutonympe, tritonympe, adulte. Cependant, chez Varroa, la prélarve et la tritonympe ont disparu. Le développement jusqu'au stade adulte se déroule exclusivement dans du couvain operculé et se réalise en 154 heures pour le mâle (environ six jours et demi) et 134 heures pour la femelle (environ cinq jours et demi).

- **La larve :**

Elle est une larve calyptostatique, l'équivalent d'une chrysalide : elle ne se nourrit pas, elle est immobile et de ce fait est incapable d'éclore. Elle reste alors dans l'enveloppe de l'œuf et débute son développement 24 heures après sa ponte. Elle présente un corps piriforme et mesure environ 0,5 mm de large pour 0,7 mm de long. Elle ne possède que trois paires de pattes, repliées sous la face ventrale. A ce stade, elle est inoffensive pour son hôte.

- **La protonymphe :**

Le passage de la larve à la protonymphe 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 protonymphe se forme. La quatrième paire de pattes se différencie et la couche interne de l'hypoderme secrète une nouvelle cuticule. Les pattes sont rayonnantes, tendues vers l'extérieur et vers l'avant. 73 Un peu plus globuleux (0,6 mm de longueur pour 0,5 mm de large), son corps est de couleur blanc perlé.

- **La deutonymphe :**

Un peu plus mobile que la protonymphe, les pattes sont toujours étendues vers l'avant. La taille augmente et le corps de la femelle devient ellipsoïde tandis que celui du mâle reste piriforme.



Figure(6): Protonymphe (à gauche), deutonymphe (centre) et adulte (à droite) de la femelle du *Varroa destructor* (Riccardo Jannoni 2010)

La couleur varie légèrement et devient jaunâtre. Le nombre de soies augmente et le gnathosome devient identique à l'adulte.

CHAPITRE II : ETUDE DE LA VARROASE

2.2. ANATOMIE INTERNE :

2.2.1. Le tégument :

Le tégument est formé d'une couche cellulaire, l'épiderme, et d'une couche non cellulaire, la cuticule, sécrétée par la première. Il présente un nombre important de fonctions : exosquelette, support pour l'insertion des muscles, rôle dans l'imperméabilité et le bilan d'eau. La sclérotisation (durcissement cuticulaire) et la mélanisation (coloration cuticulaire) sont concomitantes car elles dérivent de réactions chimiques faisant intervenir parallèlement un même composant, une quinone. L'ancienne cuticule se fend selon une ligne préétablie, la ligne de déhiscence, présente sur le sclérite dorsal. Dans les couvains operculés parasités, on trouve au fond des alvéoles un mélange des morceaux de cuticule (les exuvies) provenant des mues successives des parasites et de l'abeille. (fernandez et coineau, 2002).

2.2.2. Le système nerveux :

Le cerveau, ou synganglion, est traversé par l'œsophage. Il est composé de plusieurs ganglions indissociables formant deux masses, une sous-œsophagienne et une sus-œsophagienne plus petite, reliées entre elles par un anneau périœsophagien. La masse sous-œsophagienne est composée de la paire de ganglions des palpes, des quatre paires de ganglions des pattes- et des deux paires de ganglions de l'opisthosome (ces derniers ne formant qu'une seule masse fusionnée, difficilement individualisable).

Un important réseau de trachées et trachéoles assure l'apport en oxygène au cortex en traversant le neurilème. (fernandez et coineau, 2002).

2.2.3. Le système circulatoire :

Le système circulatoire est de type lacunaire, il contient peu de vaisseaux. Les organes de la cavité générale du corps (appelée hémocœle) baignent dans un liquide, l'hémolymph, qui contient les hémocytes et constitue en quelque sorte le sang de l'animal. L'hémocœle est également en continuité avec les cavités des appendices. La circulation est assurée par une dynamique interne créée par les mouvements des différents organes et des muscles qui se contractent régulièrement. L'hémolymph ne sert pas aux échanges gazeux, mais elle assure le transport des hormones, des nutriments et des déchets. Elle maintient également la pression hydrostatique et soutient les organes et tissus (fernandez et coineau, 2002).

CHAPITRE II : ETUDE DE LA VARROASE

2.2.4. Le système respiratoire :

Le système respiratoire est constitué d'un réseau de trachées qui, d'un côté se ramifient en trachéoles, et de l'autre, s'abouchent à l'extérieur par deux stigmates, prolongés par un péritreme, situés ventro-latéralement aux coxae des pattes III et IV (fernandez et coineau, 2002).

2.2.5. Le système reproducteur :

L'appareil génital mâle comprend un testicule unique d'où partent deux vasa deferentia qui se réunissent en un ductus ejaculatorius .Ce dernier est en communication avec la glande génitale accessoire, une glande de taille importante capable d'encapsuler les spermatozoïdes dans un spermatophore. Huit stades de maturation sont décrits pour les spermatozoïdes : les six premiers ont lieu dans l'appareil génital mâle et les deux derniers se déroulent dans le corps de la femelle. Les chélicères, transformées en spermiodyctyles, permettent au mâle de prélever les spermatophores auprès de son ouverture génitale (face ventrale) et de les injecter dans l'appareil génital de la femelle.

L'appareil génital de la femelle est plus complexe et divisé en deux systèmes .Le premier permet la réception, la maturation et le stockage des spermatozoïdes. Ces derniers, à leur sixième stade de développement et enfermés dans un spermatophore, sont injectés par le mâle au niveau des solenostomes, deux pores situés entre chaque coxae III et IV de la femelle. Différents conduits (tubulus, ramus et spermiducte) amènent à la spermathèque. Celle-ci est en contact avec l'ovaire au niveau de la camera spermatis.

Le deuxième système ne comprend que des organes impairs et permet le développement de l'œuf jusqu'à la ponte : l'oocyte issu de l'ovaire est fécondé par un spermatozoïde. Il poursuit sa maturation dans l'utérus (ou oviducte I), puis le vagin (ou oviducte II) qui conduit jusqu'à l'ouverture génitale, lieu de ponte situé sur la face ventrale de l'acarier. L'ovaire comprend deux parties : l'ovaire au sens strict du terme, et l'organe lyrique, à fonction nutritive. L'utérus ne peut contenir qu'un seul œuf à la fois .

2.2.6. L'appareil digestif :

La première phase digestive est extra-orale par injection de la salive à l'intérieur de la plaie. Le système salivaire est composé de deux paires de glandes salivaires, une antérodorsale et une qui s'étend des pattes II à IV .Le système post-oral qui prend le relai est divisé en trois segments du fait d'origines embryologiques différentes ; l'intestin

CHAPITRE II : ETUDE DE LA VARROASE

antérieur (pharynx et œsophage), l'intestin moyen (ventricule, colon et post-colon) et l'intestin postérieur (atrium anal)

- **Intestin antérieur :**

Le pharynx possède un système musculaire puissant l'adaptant à sa fonction, la succion. L'œsophage traverse le synganglion obliquement d'avant en arrière ventro-dorsalement. Il s'abouche dans le ventricule.

- **Intestin moyen :**

Le ventricule est composé de trois paires de caecums qualifiés d'antérieurs, de moyens et de postérieurs ; les deux dernières paires étant les plus développées et occupant une grande partie de l'idiosoma. Une variation individuelle de taille est présente, notamment chez les 82 femelles où les caecums subissent une compression lors du développement des œufs. La partie post-ventriculaire comprend le colon séparé du post-colon par la valve rectale.

- **Intestin postérieur :**

Il correspond à l'atrium anal, jonction entre le post-colon et l'ouverture anale située en partie postérieure de la face ventrale de l'acarien.

2.2.7. Le système excréteur :

Il est constitué d'une paire de tubes de Malpighi s'étendant sur toute la longueur du corps. Prenant naissance entre le synganglion et les caecums antérieurs, les tubes de Malpighi restent en position ventrale par rapport aux caecums moyens et passent dorsalement aux caecums postérieurs pour finalement s'ouvrir au niveau du post-colon. Les produits d'excrétion, sous forme de granules de guanine, sont présents tout au long des tubes (fernandez et coineau, 2002).

3. LA DYNAMIQUE DU VARROA :

3.1. Cycle évolutif :

Le cycle de Varroa se fait dans la cellule après operculation. C'est donc un parasite de l'adulte et du couvain dont la présence est nécessaire pour son développement. Seule la femelle est hématophage, quand au mâle on ne sait pas s'il se nourrit. Il ne sert qu'à la reproduction (c'est déjà pas mal!).

CHAPITRE II : ETUDE DE LA VARROASE

-La femelle Varroa fondatrice va entrer dans les cellules d'ouvrières ou de faux-bourçons au stade larvaire juste avant l'operculation et s'immerge dans la gelée larvaire, pour se cacher des abeilles ouvrières nettoyeuses, nourricières et cirières.

-Juste après l'operculation, la femelle va se nourrir sur et de la larve.
-60 à 70 heures après l'operculation, le premier œuf est pondu: c'est généralement un mâle (haploïde).

-Puis la femelle fondatrice pond entre 4 et 6 œufs femelle en fonction de la cellule où elle se trouve.

*3 à 4 dans les cellules de couvain d'ouvrière (+1 mâle)

*5 ou 6 dans les cellules de couvain de faux-bourçon (+1 mâle)

Il y a eu une adaptation de Varroa au cycle de *Apis mellifera*. Le couvain de faux-bourçon étant operculé plus longtemps (14,5 jours) que celui des ouvrières (12 jours), la ponte de Varroa s'est adaptée à ce caractère physiologique en s'optimisant et donc en augmentant sa fertilité dans les cellules mâle.

-Le développement de l'œuf à l'adulte se fait dans la cellule operculée. Les différents stades sont:

*Œuf (24 heures)

*Protonymphe libre (30 heures) et première mue (24 heures)

*Deutonymphe(48 à 60 heures)

*Adulte après une mue imaginale (24 heures).

Ce développement dure environ 134 heures pour le mâle et 154 pour la femelle.

-Le mâle Varroa va s'accoupler avec ses sœurs dans la cellule sous l'opercule. Les femelles vont remplir leur spermathèque puis elles ne s'accoupleront plus.

-Lorsque l'abeille émerge de sa cellule, les jeunes Varroa et la femelle fondatrice quittent la cellule sur l'abeille. Le mâle survit un court moment dans la cellule ouverte.

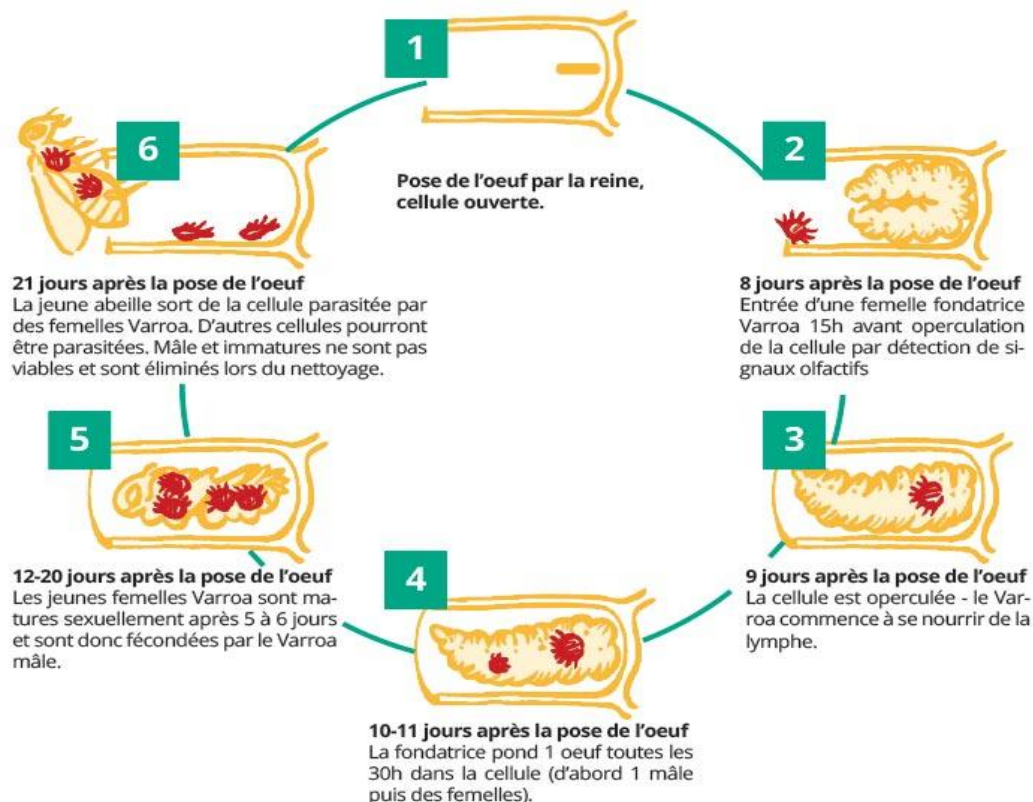
On n'en a jamais vu à l'extérieur.

-Les femelles Varroa, étant très mobiles, vont alors parasiter d'autres abeilles. Les femelles fondatrices peuvent faire plusieurs cycles reproducteurs (2 ou 3) et donc être à l'origine d'une grande descendance.

Conclusion:

Varroa destructor s'est adapté à *Apis mellifera* et son lieu de prédilection pour se reproduire est la cellule de faux-bourdon. Il a été constaté que le couvain de mâle était beaucoup plus attractif pour Varroa que le couvain d'ouvrières. La propagation de Varroa de ruche à ruche est associée au comportement de dérive et de pillage des abeilles. La transhumance joue également un rôle.

A l'étude de ce cycle, on peut voir poindre à quel moment il faut lutter contre ce parasite qui affaibli et peut détruire les colonies d'abeilles.



Figure(7) Le cycle évolutif de la varroa (Martin ;1994)

3.2. La nutrition :

Tous les stades de Varroa se nourrissent exclusivement à partir de l'hémolymph de leur hôte. Seules les femelles adultes sont capables de survivre sur les abeilles adultes en se nourrissant entre les sternites de leurs hôtes. Les autres formes, mâles et immatures, vivent dans le couvain. Au stade prénymphose de l'abeille, la femelle fondatrice monte sur elle et réalise de petits repas à peu de temps d'intervalle. Pendant le stade nymphose, elle se nourrit moins souvent mais effectue des repas plus longs. A ce stade, à l'aide de ces chélicères, elle perce la cuticule de la nymphe, généralement au niveau du cinquième segment du corps. Cet endroit devient la zone de nourriture qui sera utilisée par la

CHAPITRE II : ETUDE DE LA VARROASE

fondatrice et ses descendants pour se nourrir. Les femelles peuvent accepter plusieurs accouplements avec un mâle et dans le cas de pluri-infestation, elles acceptent aussi le mâle de l'autre descendance. (Martin ;1994)

4. Facteurs favorisant l'extension du varroa :

Plusieurs facteurs peuvent contribuer à propager le Varroa, l'apiculteur peut en contrôler une partie. Parmi les facteurs que l'apiculteur ne peut contrôler, on compte par exemple (platiere *et al*, 1987)

- La migration des faux-bourçons, qui peuvent facilement voyager 10 à 20 km par jour pour se trouver une nouvelle colonie. En France, où l'infestation du Varroa a commencé en 1982, il a été observé que la propagation naturelle n'est toutefois que de quelques kilomètres par année et que c'était plutôt la vente d'essaims et autres pratiques qui dépendent des apiculteurs qui expliquaient l'expansion rapide du Varroa.
- L'échange de cadres en provenance d'une colonie infestée.
- Le déplacement des ruches.

CHAPITRE III : MOYENS DE LUTTE CONTRE VARROA

CHAPITRE III : MOYENS DE LUTTE CONTRE VARROA

Introduction

La difficulté dans la lutte contre la Varroase réside dans le fait que l'acarien ne se multiplie que dans du couvain operculé, car dans la grande majorité des cas les parasites enfermés dans le couvain operculé ne sont jamais ou sont très partiellement atteints par les substances thérapeutiques. La petitesse du parasite ajoute évidemment au caractère insidieux de son attaque, et bien souvent ce type d'acariose est découvert à un stade déjà avancé.

D'autre part les traitements chimiques (acaricides) constituent pour l'heure la seule parade, mais leur efficacité est rarement effective à 100 %, d'autant que l'accoutumance finit par induire des souches plus ou moins résistantes. En pareil cas l'apiculteur est souvent tenté d'augmenter le dosage, ou la fréquence des traitements. Mais il est préférable de changer de produit, et plus exactement de principe actif. Bien entendu, et c'est là une évidence, tout traitement doit être compatible avec la vie même des abeilles, mais également avec la qualité gustative et sanitaire du miel.

I.1. Méthode de dépistage simplifié

Une première méthode de détection utilisée conjointement avec la plupart des traitements, consiste à dénombrer les acariens qui tombent au fond de la ruche sur des langes. On dispose d'un papier enduit d'un corps gras ou collant à la base de la ruche qu'on remplace tous les deux ou trois jours. Parmi les débris qui se retrouveront sur le papier, on compte les varroas. Pour chaque acarien trouvé mort (sans traitement). La plupart des auteurs considèrent qu'une colonie peut rester saine avec 2 à 3000 acariens, Péguin, (1989)

I.2. Test à l'acide formique

Il s'agit d'abord de placer un papier collant recouvert d'un grillage de mailles de 3mm au fond de la ruche (lange). On dispose 20 ml d'acide formique à 65% sur du papier absorbant également au fond de la ruche, on compte le nombre d'acariens retrouvé sur le papier après 24 ou 72 heures.

I.3. Décompte sur les abeilles

Cette méthode très précise, consiste à prendre de 200 à 500 abeilles adultes (un multiple de 100) et de les placer dans un contenant rempli d'alcool ou d'eau bouillante

CHAPITRE III : MOYENS DE LUTTE CONTRE LE VARROA

additionnée d'un pourcent de détergent. En brassant pendant 20 minutes, les varroas seront séparés de leurs hôtes et, suivant le comptage, le taux d'infestation pourra être déterminé par une simple règle de trois. Le tableau4 suivant, permet d'évaluer l'importance de l'infestation. Bien que cette technique ne donne pas d'indication directe de l'état du couvain, elle permet néanmoins une estimation fiable de la situation.

Tableau n°1: Importance de l'infestation de varroa selon le % dénombré par le décompte à l'alcool. Source: Ritter (1983) cité par Robaux (1986)

% d'infestation calculé	Evaluation de la situation
5% ou moins	Infestation peu sévère, on ne voit pas les varroas facilement
5 à 10%	l'Infestation sévère Hivernage difficile et risqué sans traitement
10 à 20%	Les symptômes sont évidents. Si le diagnostic est fait au printemps la colonie ne passera pas l'hiver
plus de 20%	Il ne reste que quelques semaines de vie à la colonie
plus de 30%	La colonie est une perte totale

II. La lutte chimique :

. Les produits :

La thérapie chimique occupe une place de plus en plus importante dans la lutte contre la maladie (varroatose). Beaucoup d'acaricides ont été proposés. Mais ils ont tous une activité partielle comprise entre 50 et 99% et variable selon les colonies, les climats, les races d'abeilles, l'époque de traitement etc. (tableau 2)

Tableau n°2: Principaux acaricides contre la varroase

Nom commercial	Matière active	Mode d'emploi
Amitraz	Triazapentatiene	Pulvérisation, vaporisation, fumigation
Apitol	chlorhydrate de cyniazole	Systémique
fobex Va	Bromoprophylate	Fumigation
Apistan Klartan, Mavrik	Fluvalinate	Systémiques
acide formique	acide formique	Vapeurs
acide lactique	acide lactique	pulvérisation.
Perizin	Coumaphos	Systémique

CHAPITRE III : MOYENS DE LUTTE CONTRE LE VARROA

-Thermothérapie :

Plusieurs expériences ont été menées sur l'utilisation de la chaleur contre le varroa et l'acarien de l'abeille qui vit dans la trachée, certaines avec un certain succès, d'autres pas. Les acariens sont très sensibles à la chaleur. Avec la thermothérapie, il s'agit donc de trouver la température et la durée de traitement qui vont permettre de réduire le nombre d'acarien sans tuer les abeilles. Ainsi, dans une expérience réalisée par un apiculteur français (Chaudière, 1988), après avoir retiré la reine, on a élevé la température interne de la ruche jusqu'à 60C par l'énergie solaire et on l'y a maintenue pendant 13 minutes. Le taux de destruction du varroa fut de 50 %, mais un nombre équivalent d'abeilles ont succombé.

III - Moyens de lutte biologique :

Il se fait peu de recherches sur le contrôle biologique du varroa, L'utilisation de toxines de Bt (*Bacillus thuringiensis*) et de Virus a été envisagée mais aucune application pratique n'est prévue à court terme.

III.1. Application des acides organiques :

Les stratégies de lutte alternative contre Varroa actuellement conseillées combinent des traitements estivaux à l'acide formique ou au thymol avec un traitement automnal dans les colonies exemptes de couvain (Imdorf et coll, 1998). L'acide oxalique est souvent conseillé. Pour l'instant, l'application de ce produit se fait soit par pulvérisation ou par dégouttement.

III.2. Acide formique :

L'acide formique est un acide organique que l'on retrouve à l'état naturel dans plusieurs plantes, surtout au niveau des fruits. Il est donc normal qu'on le retrouve dans le miel en faible concentration, typiquement environ 100 mg/kg de miel et même plus pour certains miels comme celui de sapin qui en contient 200 mg/kg. Son usage pour combattre la varroase requiert cependant une concentration plus forte et agit à l'état gazeux.

Idéalement, les traitements doivent être faits lorsque la température se situe entre 20 et 30C. Le produit devient dangereux pour les abeilles si la température est supérieure à 30C et s'avère nettement moins efficace en-deca de 12C.

III.3.Acide oxalique et acide lactique :

L'acide oxalique et l'acide lactique ont aussi fait l'objet d'essais contre le varroa. Des chercheurs allemands ont rapporté une bonne efficacité de l'acide lactique à 10-15%,

CHAPITRE III : MOYENS DE LUTTE CONTRE LE VARROA

mais, selon les apiculteurs l'ayant utilisé, cet acide serait moins efficace que l'acide formique. Selon Charrière et al., (1997) l'efficacité moyenne de l'acide oxalique a été de 98.3% en 1994 et de 97.4% en 1995. Sur 101 des 112 colonies expérimentales, l'efficacité du traitement a été de plus de 95%(Hanley et Duval 1995).

IV. Plantes répulsives :

Des apiculteurs biologiques allemands considèrent que la présence à proximité des ruches de certaines plantes à forte odeur explique que leurs ruches soient exemptes de varroa. Les plantes en question seraient l'ail et la fougère-mâle (*Dryopteris filix-mas*), cette dernière étant reconnue pour ses propriétés acarifuges.

V. Fumigation à partir de plantes médicinales :

Des fumigations de mélisse de menthe ont aussi produits de bons résultats en Allemagne (Rademacher, 1983).

Marchetti et ses collaborateurs ont testé *Rosmarinus officinalis* (rosmarin), *Missa officines* (mélisse), *Mentha pipette* (menthe), *Equisetum arvense*, *Achillea clavenas*, *Salvia officines* (sauge). Les auteurs estiment que l'utilisation des plantes aromatiques est conçue d'avantage pour les diagnostics d'été: (roboux, 1986).

Plus récemment, à l'institut National Agronomique d'Alger (Cherrak et Draguendoul ,1993) ont appliqué l'armoise. et le romarin par fumigation dans un -rucher situé au domaine El Djoumhouria (Alger). L'efficacité obtenue par l'armoise est de 31.56% et celle du romarin est de 47,81%.

Harbadji et Naoui ,(1996), qui ont testé la trigonelle par fumigation, ont obtenu une l'efficacité moyenne estimée à 88,37%.

Ayad et Aoudia ,(1998), avec des essais par contact et par fumigation de la trigonelle *Trigonelle foenum graecum* et du navet. Ils ont montré que l'efficacité de la trigonelle par contact et par fumigation est respectivement de 29,03% et 32,91% et celle du navet par contact est de 32,31% et par fumigation est de 53,09%.

**CHAPITRE IV :PRESENTATION DE
L'ESPECE VEGETALE *Eucalyptus radiata***

CHAPITRE IV : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

Eucalyptus radiata

CHAPITRE IV : présentation de l'espèce végétale *Eucalyptus radiata*

1. Classification

D'après **Cronquist. (1981)**, la classification botanique l'eucalyptus est décrite comme suit :

Règne : Végétal

Sous règne : Tracheobionta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Rosidae

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae

Genre : *Eucalyptus*

Espèce : *Eucalyptus radiata* Siebold (P.F.von).

2. Description botanique de l'*Eucalyptus radié*

L'eucalyptus radié est décrit par **Chabert, (2013)** comme étant un arbre d'une trentaine à une cinquantaine de mètres de hauteur. Son écorce est blanchâtre et fibreuse. Elle se détache en longs rubans. Les petites branches sont vertes.

Ses feuilles sont colorées, étroites et lancéolées, terminées en pointe et mesurent 7 à 15 cm de large. Elles sont persistantes simple et alternes. Les fleurs sont regroupées par 11 à 20 et sont de couleur jeune crème (ombelle). Les fruits sont des capsules de déhiscence, globuleuse, hémisphériques ou piriformes, de 4 à 6 cm de diamètre.

3. Origine

Le genre *Eucalyptus* est originaire d'Australie. **Bigendako., (2004)**

4. Domaine d'utilisation

Les eucalyptus possèdent toute une gamme de mécanismes d'adaptation et une croissance rapide, ce qui leur a permis d'être la première espèce ligneuse angiosperme de reboisement industriel dans le monde. Le bois d'eucalyptus présente des caractéristiques technologiques intéressantes pour la production de pâte à papier et de charbon de bois...ect. (**Bouvet, 1999**).

Comme les autres membres de la famille des Myrtacées, les feuilles d'eucalyptus sont couvertes de grande glande à l'huile. Ces huiles, commercialisées dans le monde trouvent des applications diverses en fonction de leur composition chimiques.

CHAPITRE IV : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

Eucalyptus radiata

Grâce à sa composition chimique et à son principe active, l'huile d'eucalyptus possède des vertus considérables, elle est très recherchée pour son action antiseptique et antibiotiques naturel, elle est surtout utilisée pour soigner certaines maladies broncho-pulmonaires comme la grippe, anti-infectieuses et antibactérienne.

5. Principaux constituants de l'huile essentielle

Selon laboratoire Centiflor, Usine Australle. Certifié par ECOCERT Sas F-32P00, la composition chimique de l'huile essentielle de l'*Eucalyptus radiata* est :

1.8-Cinéol, Limonène, α -pinène, α -terpinéol, Terpényl acétate, Géraniol, Citral, linalol.

V. Les huiles essentielles :

1. Généralités :

Les plantes aromatiques sont, depuis des millénaires, utilisées à des fins diverses sur tous les continents. Par exemple, elles sont employées dans l'alimentation (épices, condiments, herbes aromatiques), en médecine pour guérir certaines maladies ou encore en parfumerie. Ces connaissances ancestrales se sont transmises de génération en génération et à l'heure actuelle, on s'appuie encore très souvent sur ce savoir pour valoriser les plantes aromatiques et leurs produits dans un large axe « Plantes, santé, bien-être »

Selon la pharmacopée européenne, une HE est un : « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage.

2. Procédés d'extraction :

– Historique :

Depuis longtemps, les hommes avaient cherché le moyen de séparer les éléments huileux des produits aromatiques. Ils réussirent en soumettant la matière à l'action de la chaleur. Les substances aromatiques étaient transformées en vapeur ; il suffisait de les recueillir et de les refroidir pour les obtenir sous forme liquide. Ce procédé qui se faisait à feu nu, prit le nom de distillation. Il était certainement connu des Chinois et des Indiens depuis 20 siècles avant J.C.

CHAPITRE IV : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

Eucalyptus radiata

Les Egyptiens et les Arabes ont prévalu des caractéristiques médicinales et aromatiques des plantes : la conservation des momies, l'aromatisation des bains, la désinfection des plaies avec les onguents, les parfums et la fabrication des boissons aromatiques (Möller, 2008). A l'apogée de leurs conquêtes en Afrique du Nord et en Espagne, les arabes le firent connaître aux Espagnols, lesquels à leur tour le propagèrent en Europe, à travers les possessions du Royaume d'Aragon, échelonnées tout le long des Côtes du Nord de la Méditerranée (Berthier, 1980 ; Möller, 2008).

– Définitions :

Les essences ou huiles essentielles, connues également sous le nom d'huiles volatiles, de parfums, etc., sont des substances odorantes huileuses, volatiles, peu solubles dans l'eau, plus ou moins solubles dans l'alcool et dans l'éther, incolores ou jaunâtres, inflammables qui s'altèrent facilement à l'air en se résinifiant. Elles sont liquides à température ordinaire ; quelques unes sont solides ou en partie cristallisées ; elles n'ont pas le toucher gras et onctueux des huiles fixes dont elles se distinguent par leur volatilité. Durville (1930, 1893)

3. Principaux paramètres d'extraction :

Les principaux paramètres à prendre en compte dans les opérations fondamentales d'extraction de matières premières naturelles aromatiques sont :

- La volatilité
- La solubilité
- La taille et la forme des molécules constitutives ;
- L'adsorption (payron, 1992).

1. Extraction par expression à froid :

L'expression à froid est exclusivement réservée aux matières premières de la famille des Hespéridés, où l'essence se trouve dans des petites glandes de l'épicarpe des agrumes communément appelé « zeste ». Cette technique consiste à dilacérer mécaniquement l'écorce du fruit pour en recueillir, de diverses manières, les essences contenues dans les sacs oléifères (Micheil et Germain , 1998)

CHAPITRE IV : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

Eucalyptus radiata

2.L'extraction par le CO₂ supercritique (CO₂) :

C'est une des méthodes les plus récentes. L'extraction par CO₂ supercritique consiste à envoyer dans une enceinte fermée contenant les plantes un courant de CO₂, qui, par augmentation de pression, fait éclater les « poches à essence » et entraîne les substances aromatiques. Cette méthode d'extraction serait, pour le moment, la plus fiable quant à la qualité et restituerait l'essence naturelle. Cependant, elle reste coûteuse.

L'originalité de ce procédé d'extraction réside dans le type de solvant employé: le CO₂ supercritique. Au-delà du point critique (P = 73,8 bars et T = 31,1 °C), le CO₂ possède des propriétés intermédiaires entre celles des liquides et celles des gaz, ce qui lui confère un bon pouvoir d'extraction, qui plus est, facilement modulable en jouant sur les conditions de température et de pression. Cette méthode présente énormément d'avantages (Michel St Germain en 1998).

3. Méthodes d'extraction à froid :

La pression à froid est le moyen le plus simple mais aussi le plus limité. Cette technique d'extraction est utilisée pour obtenir des essences d'agrumes contenues dans les zestes. Autrefois, les fruits étaient frottés manuellement sur des parois garnies de picots d'une écuelle de bois. L'huile exprimée était recueillie à l'aide d'une éponge. Elle était ensuite soigneusement filtrée. Quatre à cinq heures sont nécessaires pour traiter une centaine de kilo d'écorces, sans compter les pertes de rendement. Afin d'augmenter le rendement et de réduire les coûts, de nombreux essais ont été effectués pour mécaniser le procédé.

En 1908, Perroni-Paladini suivi de Lo Castro, Marisca et, plus tard, Speciale et Indelicato ont inventé des machines ayant une capacité de traitement supérieure (environ 1 tonne/heure). De concepts mécaniques différents, ces machines consistent en deux rouleaux sur lesquels tourne une chaîne spéciale, avec des éléments déformables. Après extraction du jus par "birillatrice", les écorces sont entraînées en tournant entre la chaîne et un plateau horizontal nervuré fixe. Des jets d'eau permettent de récupérer l'essence et l'émulsion est ensuite centrifugée. Ces machines sont appelées « Sfumatrice ». (Dugo et Digiacomo, 2002)

4. Extraction par Détente Eclair (Flash-Détente) :

La Flash-Détente brevetée par l'INRA en 1993, fut mise au point pour extraire les arômes de bananes, de mangues ou de lichis. La flash détente, est un procédé

CHAPITRE IV : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

Eucalyptus radiata

multiusages, multi-effets (BRAT, 2001). Cette technique se réalise en deux étapes, la première consiste à étuver la matière végétale à 85 – 90°C par l'utilisation d'une vis à injection de vapeur. La seconde est une détente avec introduction brutale sous vide (environ 30 mbar) du matériel végétal (fruits, légumes, plantes, etc.). La température d'ébullition de l'eau dans ces conditions de vide se situe entre 27 et 30°C. composés volatils aromatiques, sont appelées eaux aromatiques et pourront être réintroduites dans les produits après l'extraction par FlashDétente.

III .Paramètres influençant la composition quantitative et qualitative des huiles essentielles :

Les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition, qu'au plan du rendement des plantes d'origine. Cette variabilité est fondamentale car les activités biologiques qui découlent des huiles essentielles peuvent être très différentes. Cette variabilité peut s'expliquer par différents facteurs d'origine intrinsèque, spécifiques du bagage génétique de la plante ou extrinsèque, liés aux conditions de croissance et de développement de la plante. (Garnéro, 1991; Bruneton, 1999).

1.Facteurs intrinsèques :

Une huile essentielle doit avant tout autre chose être rapportée au matériel botanique d'où elle est issue pour éviter toutes dénominations trompeuses du matériel végétal (Bruneton, 1999). L'influence du stade végétatif (Garnéro, 1991; Bruneton, 1999; Stefanini et al., 2006a; Aprotosoie et al., 2010), l'organe de la plante (Maffei et Sacco, 1987 ; Barry, 2001 ; Stefanini et al., 2006a; Chowdhury et al., 2009), les hybridations, les facteurs de mutation, la polyploïdie (Garnéro, 1991; Aprotosoie et al., 2010) et le polymorphisme chimique « chimiotypes ou formes physiologiques » (Garnéro, 1991; Anton et Lobstein, 2005; Belyagoubi, 2006) sont les principaux facteurs intrinsèques qui influencent la composition et le rendement des huiles essentielles.

2. Facteurs extrinsèques :

Les conditions environnementales influencent aussi la composition des huiles essentielles. La température, la quantité de lumière, la pluviométrie et les conditions édaphiques représentent autant de causes potentielles de variations de la composition chimique d'une plante aromatique donnée (Bruneton, 1999; Mohammad et al., 2009; Olle

CHAPITRE IV : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

Eucalyptus radiata

et Bender, 2010; Aprotosoiaie et al., 2010). Il n'y a pas eu mal des travaux ayant mis en évidence l'influence de l'origine géographique de la matière première (Barry, 2001; Mohammedi, 2006; Marzoukia et al., 2009), les conditions culturales telles que la date de semis, la date de récolte, les traitements phytosanitaires, l'emploi d'engrais, ainsi que les techniques de récolte influencent aussi la composition et le rendement des huiles essentielles (Barry, 2001; Lahlou, 2004; Stefanini et al., 2006a; Benini, 2007; Aprotosoiaie et al., 2010).

IV. La toxicité des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont présentées, généralement comme « sans danger ». Mais ces substances naturelles sont aussi des composés puissants (Degryse et al, 2008). Par leur composition chimique complexe, les huiles essentielles doivent être utilisées avec une extrême prudence, du fait qu'elles peuvent présenter de très graves dangers lors d'une utilisation aléatoire autonome (Benzeggouta, 2005). Les effets toxiques d'une huile essentielle varient considérablement selon sa nature (Traoré, 2006).

Certaines huiles essentielles se révèlent cytotoxiques. Les huiles essentielles du thym et de la lavande, selon la phase dans laquelle elles sont mises en contact ; à titre d'exemple, elles sont avérées cytotoxiques pour des cellules de hamster chinois. Par ailleurs, des huiles essentielles de différentes variétés d'origan ont montré une forte cytotoxicité sur des cellules humaines dérivées du cancer (Pibiri, 2006).

En règle générale, les huiles essentielles ont une toxicité aiguë faible ou très faible par voie orale: une DL50 comprise entre 2 et 5 g/kg pour la majorité des huiles couramment utilisées (anis, eucalyptus, girofle, etc.) ou le plus fréquemment supérieure à 5 g/kg (camomille, citronnelle, lavande, marjolaine, vétiver, etc.) ; d'autres ont une DL50 inférieure à 1g/kg : l'huile essentielle de boldo (0.13 g/kg) ; l'essence de moutarde (0.34 g/kg) ; les essences d'origan et de la sarriette (1.37 g/kg) ; les huiles essentielles du basilic, de l'estragon et de l'hysop (1.5 ml/kg). Tandis que la toxicité chronique est assez mal connue (Bruneton, 1999; Benzeggouta, 2005).

CHAPITRE IV : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

Eucalyptus radiata

VI. L'utilisation des huiles essentielles :

Les jeunes tiges sont très tendres et non fibreuses ; cuites à la vapeur comme le poireau ou l'oignon primeur, elles sont consommées comme légume. L'huile essentielle sert à parfumer les produits d'entretien, les désodorisants, les lessives, les savons liquides, les déodorants et les gels douche. Dans l'industrie alimentaire, la citronnelle est employée pour aromatiser les pâtisseries et les sucreries ainsi que les limonades. C'est également un agent répulsif contre les insectes, notamment les moustiques, elle est en outre utilisée pour l'extraction du citral qui sert notamment pour l'hémisynthèse de la vitamine A et d'ionones (Hänsel et *al.*, 1998).

Contre *Varroa jacobsoni*, parasite des colonies d'abeilles, plusieurs travaux ont été menés sur l'effet toxique de certaines essences et de leurs composants (Calderone et *al.*, 1997). Parmi ces derniers, c'est le thymol qui a engendré le meilleur résultat, en addition, il a été démontré que le traitement répétitif en dehors de la période de miellée n'augmente pas les résidus dans le miel et reste sous le seuil de détection gustative qui se situe entre 1,1 et 1,6 mg/kg. Il a été prouvé jusqu'à présent qu'un seul traitement à base d'huile essentielle ou d'un composé est généralement suffisant pour maintenir la population de l'acarien *Varroa* au dessous du seuil de dégât économique pendant toute la saison (Imdorf et *al.*, 1999).

Contre les champignons, les alcools et les lactones sesquiterpéniques sont d'excellents inhibiteurs, ils peuvent émaner de la cannelle, clou de girofle, eucalyptus citronné, géranium, rosat, niaouli, plamarosa, ravensare, tagète, romarin-cinéole et calophyllum. (Wilson et *al.*, 1997) dévoilèrent l'efficacité de 49 huiles essentielles sur *Botrytis cinerea*.

Contre les bactéries (Defoe et *al.*, 2003) avaient étudié la composition chimique de l'huile essentielle *Thymus spinulosus* et réalisé des tests biologiques sur son activité antibactérienne contre des souches de bactérie, les résultats ont montré que les monoterpènes (thymol) ont une propriété inhibitrice de croissance.

CHAPITRE I :
MATERIELS ET METHODES

1. Objectif du travail

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet acaricide de l'huile essentielle de la d'Eucalyptus (*Eucalyptus radiata Siebold*) sur le *Varroa jacobsoni* parasite d'*Apis mellifera intermissa*, par l'estimation de la mortalité provoqué par les doses (0,25%, 0,5%, 1%) 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 et comparer par celle de l'acide oxalique et apivar.

2. Présentation de la zone d'étude

2.1. Critères de choix du site :

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

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

2.2. Présentation du site :

Notre étude a été réalisée au niveau de la station expérimental du département des biotechnologies, Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie, Université Blida I. Le rucher comporte douze ruches installées dans un verger constitué d'orangers entouré par les arbres d'eucalyptus et de casuarina.

2.3. Les conditions de travail

Nos essais ont été effectués à 10h du matin, en présence d'ensoleillement, absence des vents, des pluies et de l'abreuvement pour diminuer l'excitation des abeilles et les protéger du changement brusque de l'environnement de la ruche.

3. Matériel biologique

3.1. Matériel animal

3.1.1. Les abeilles (l'espèce hôte de l'acararien)

Nous avons travaillé sur 12 colonies d'abeilles de l'espèce *Apis mellifera intermissa*, cette espèce tellienne est caractérisé par une :

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

3.1.2. Le parasite :

*L'acarien ectoparasite de l'abeille *Apis mellifera* est le *Varroa jacobsoni* qui provoque la varroase*

3.2. Matériel végétal

3.2.1 L'huile essentielle

- une huile essentielle extraite de la plante *eucalyptus radiata* au laboratoire de plantes aromatiques et médicinales, département des biotechnologies, Faculté SNV, université de Blida 1. (Figure.9).



Figure 7: feuilles d'eucalyptus

4. Matériel non biologique

4.1. Matériels apicoles

a. Les ruches

- 12 ruches de type Langstroth disposées en lignes à côté du verger d'agrumes du département des biotechnologies.



Figures 8 et 9 : Disposition des ruches. (Source originale)

Les ruches sont dirigées vers l'exposition nord.

b. Equipements apicoles

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

c. Matériel utilisé pour le diagnostic

- **Les langes** : qui sont des plaques de longueur 35cm et de largeur 25 cm, inférieure à celle du plancher de la ruche, utilisé pour le piégeage du varroa.
- **La graisse** : elle est nécessaire pour enduire les langes sur lesquels tombent et s'engluent les parasites.
- **Traitement chimique** : Apivar et Acide oxalique.

5. Méthode

5.1 Méthodes d'extraction :

.hydro distillation :

Introduire les feuilles dans le ballon de 1l et le remplir à moitié d'eau distillée ; puis faire porter à l'ébullition pendant 2 à 3 heures dans l'hydro-distillateur. Sous l'action de la chaleur, les cellules sécrétrices de l'huile essentielle éclatent et libèrent des composés organiques volatils. Les vapeurs hétérogènes (eau+molécules aromatiques) sont condensées en passant dans un serpentin du réfrigérant et redeviennent liquide et recueilli dans une ampoule à décanter à robinet, KHADRI, (2009).

On observe ensuite et petit à petit, la condensation au niveau du réfrigérant et la formation de gouttelettes jaune. Qui est d'abord plus légère que l'eau, mais qui devient plus pesante à mesure que la distillation avance. Ceci qui permet à l'huile de descendre au-dessous de l'eau lors de l'extraction et nous oblige de la récupérer rapidement afin de ne pas la perdre (**Figure 11**).

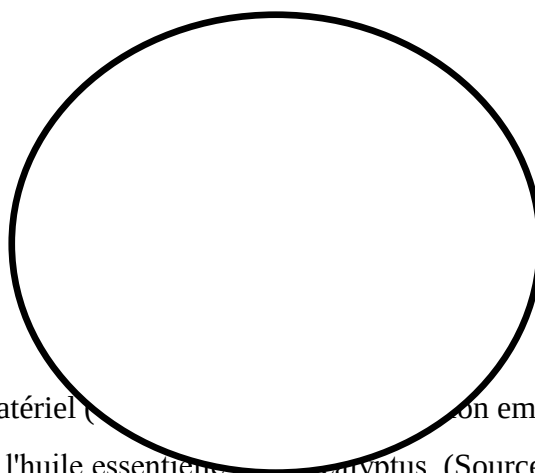
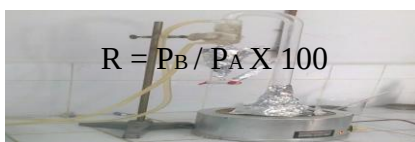


Figure 10 : Matériel () on employé pour l'extraction
De l'huile essentielle de *Saccharoptus*. (Source originale)

5.2. Détermination du rendement en huile essentielle

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

Le rendement est calculé par la formule suivante :


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

R : rendement de l'huile essentielle en %

PB: quantité de l'huile essentielle en g

PA : quantité de la plante en g

5.3. Préparation de la solution d'acide oxalique

Préparer le sirop avec 100 ml de l'eau chaud à 60°C environ et le laisser refroidir jusqu'à 30°C, après préparer dans la mesure, 3 gr d'OA et verser toute dans la fiole, agiter modérément.

5.4. Préparation des doses des huiles essentielles

Les concentrations préparées pour l'huile de l'eucalyptus s'est déroulée au niveau du laboratoire de plantes aromatiques et médicinales, département des biotechnologies, Faculté Sciences Naturelles, Université Blida I.

Pour la préparation des dilutions d'huile essentielle, nous avons utilisé un tensioactif « le Tween 80 » à 3%.

Les doses d'huile essentielle préparées dans des fioles jaugées sous agitation est comme suit

- 1^{er} dose (D1) : 0.25 g d'HE + 99.75ml de tween + H₂O
- 2^{ème} dose (D2) : 0.5 g d'HE + 99.5ml de tween + H₂O
- 3^{ème} dose (D3) : 1g d'HE + 99ml de tween + H₂O
- 4^{ème} Témoin(T) : 100ml de tween+ H₂O

Ensuite, nous avons préparé des lanières en papier buvard de 18cm de long et de 5cm de largeur, imprégnées chacune par 8.5ml des différentes dilutions (D1, D2, D3, Témoin) .



Figure 11 et 12 : Disposition de lanières en papier buvard portant le traitement, sur les langes graissées. (Source originale)

Pour le traitement chimique par Apivar, nous avons utilisé 3 lanières par ruche qui sont placées verticalement entre les cadres (**Figure.14**)



Figure 13: Disposition des 3 lanières d'Apivar dans la ruche

Pour l'acide oxalique, nous avons utilisé 10ml, appliqué par pulvérisation sur la surface de la ruche (**Figure.15**).



Figure 14:

Pulvérisation du traitement

5.5. Présentation des lots expérimentaux

Dans le protocole adopté, nous avons travaillé sur 12 ruches infestées par *Varroa jacobsoni*, distribuées en six lots (T : Témoin, D1 : Dilution 0.25%, D2 : Dilution 0.5%, D3: Dilution 1%, AO : Acide oxalique, AP : Apivar), Chaque lot contient deux ruches (Tab.3)

Tableau 03 : Le protocole expérimental de traitement

Lots	Ruches	Type de traitement
T	R1, R2	Témoins (sans traitement)
D1	R3, R4	Traité par une dose de 0,25% d'huile essentielle
D2	R5,R6	Traité par une dose de 0,5% d'huile essentielle
D3	R7 ,R8	Traité par une dose de 1% d'huile essentielle
AP	R9 ,10	Apivar
AO	R11,R12	Acide oxalique

5.6. Méthode d'estimation du nombre de varroa dans la colonie

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

Ce choix repose sur un fait :

- La majorité des Varroas qui vont mourir tomberont sur les langes et il sera facile de les dénombrer **(Robaux., 1986) (Figure.16)**.

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



Figure 15: Méthode d'utilisation des langes. (Source originale)

5.7. Méthode d'estimation du nombre d'abeilles dans une colonie

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



Figure 16 : Estimation du nombre d'abeilles dans une colonie. (Source originale)

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

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

Le taux d'infestation initiale ($D^{\circ}Ii_0$) est obtenu en faisant le rapport :

$$\left(D^{\circ}Ii_0 = B \cdot 90 / P \right) \Rightarrow \left(D^{\circ}Ii_0 = (A/29) \cdot 90 / P \right)$$

$D^{\circ}Ii_0 = C / P$

A : correspond au nombre de varroa morts pendant un mois

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

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

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

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Résultats

1.1. Evaluation du rendement de l'huile essentielle

L'extraction par hydro distillation de 500 g des feuilles d'eucalyptus (*Eucalyptus radiata*) a donné une quantité de 2,5g d'huile essentielle, avec laquelle nous avons calculé le rendement qui est de (0,5%).

1.2. Test de toxicité de l'huile essentielle d'*Eucalyptus radiata* sur l'abeille *Apis mellifera*

Pour ce test, nous avons mis dix (10) abeilles dans une boîte de Pétri avec une goutte (1ml) d'huile essentielle à concentration 1%, déposée sur la face interne au fond de la boîte qui est couverte par la suite avec un morceau de compresse.

Après 30 mn d'observation, nous avons remarqué que les abeilles n'ont présenté aucune anomalie physique ou comportementale, elles se sont envolées à l'ouverture de la boîte. Ce teste montre la non toxicité d'huile essentielle pour les abeilles domestiques à cette concentration.

1.3. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches et lots

Le tableau suivant (**Tableau 04**) présente les résultats des taux d'infestations par le varroa et le nombre d'abeilles dans chaque ruche et dans chaque lot.

1.3.1. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE d'*Eucalyptus* :

Tableau 04 : Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE d'*Eucalyptus*

Ruches	Nombre de varroa morts après un mois «A»	Mortalité moyenne du varroa par jo (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 (%)
R1	69	2.37	213.3	15000	0.01422	0.014
R2	113	3.89	350.68	25000	0.01402	
R3	321	10.7	963	10000	9.63	
R4	683	22.76	2048.4	20000	10.24	8.97
R5	274	9.44	850.34	12500	7.30	
R6	621	20.7	1863	17500	10.64	
R7	120	4.13	372.41	17500	2.12	1.06
R8	54	1.86	167.58	25000	0.0067	
R9	89	3.06	276.21	20000	1.38	
R10	160	5.51	496.55	12500	3.97	1.67

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

R11	167	5.56	500.4	25000	2	3.85
R12	275	9.48	853.4	15000	5.7	
Somm	2946	101.58	9142.75	320000	0.028	4.24
X±σ	299.2±156	10.01±8.5	903.26±393.	17777.78±5549.	5.60±0.79	5.60±0.79

D'après le tableau n°4, nous remarquons que toutes les colonies du rucher sont parasitées par le varroa et présentent un degré d'infestation qui varie de 0,0067% à 10,64%, soit une moyenne de 5,32%. Cette intensité de l'infestation est très hétérogène au niveau des ruches et des lots.

Nous avons enregistré :

- Sept ruches avec un taux d'infestation variant entre 0,0067% à 3,97%, (<5%).
- Trois ruches avec taux d'infestation entre 5,7% et 9,63%, (entre 5% et 10%).
- Deux ruches avec un taux d'infestation entre 10,24% à 10,64%, (supérieur à 10%).

On compare ces résultats à ceux présentés par plusieurs auteurs notamment Ritter ; 1983 cité par Robaux (1986), les sept premières ruches présentent une infestation faible, les varroas ne sont pas facilement visible et la colonie est considérée comme étant faiblement parasitée et aucun traitement ne s'impose dans l'immédiat.

Les trois ruches 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 ruches suivantes, cette colonie a des symptômes évidents. Si le diagnostic est fait au printemps, 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.

1.4.2 Estimation du taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE d'Eucalyptus :

Les résultats présentés dans la figure 18 montrent le taux d'infestation des différents lots avant traitement par l'HE d'Eucalyptus. Le lot n° 2 est plus infesté avec un taux d'infestation de 8.97% . Le lot n° 6 a une infestaion moyenne et les lots 1 et 4 ont une faible infestation par rapport aux lots précédants.

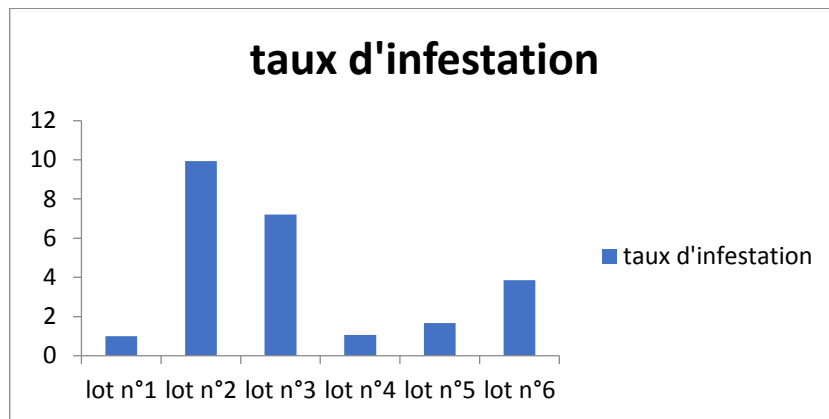


Figure 18: Le taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE d'Eucalyptus

1.5. L'évaluation de la mortalité de varroas dans différentes ruches

Dans cette partie nous 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.

1.5.1. L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'HE d'Eucalyptus :

A. Traitement à la concentration 0.25% (Lot n° 2/D1)

La figure 19 montre que nous avons une chute considérable de varroas durant les sept 1^{ers} jours qui, ont suivi la 1^{ère} application du traitement, une augmentation de la chute de ces acariens à partir de la 2^{ème} semaine est observée après la 2^{ème} application. Les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir la 3^{ème} semaine pour la ruche 7.

Pour les ruches 7 et 8, nous remarquons une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la 1^{ère} application du traitement. Mais les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir de la 2^{ème} semaine, ensuite le nombre de varroa morts diminue avec le temps.

Nous notons un pic (3^{ème} semaine), période qui correspond à l'émergence de jeunes abeilles de leur cellule qui engendre la libération de jeunes varroas sensibles et succombent aussitôt au traitement.

On observe que la dose D1 a provoqué dans la ruche 7 un taux de mortalité élevé qui augmente de la première semaine à la quatrième semaine de traitement. L'effet acaricide le plus remarquable est observé après le premier traitement, qui continue à croître jusqu'à atteindre 32% de mortalité. Ceci revient à la population d'abeilles qui est importante et égale à 25000.

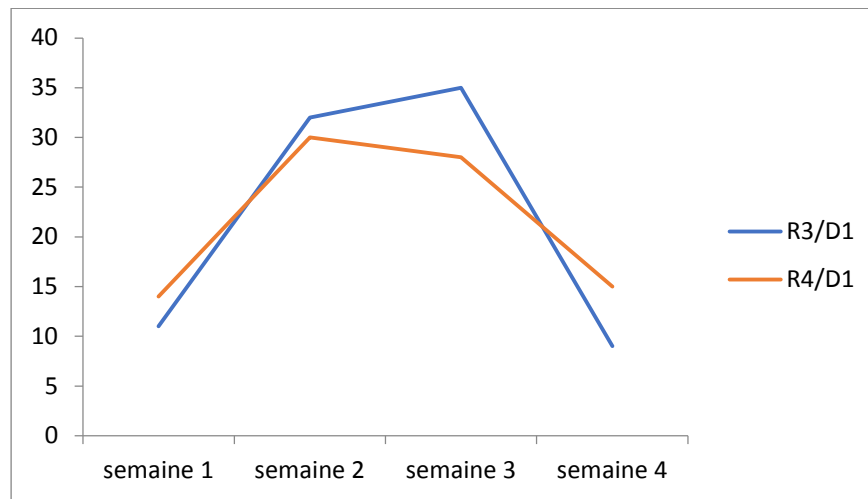


Figure 20: Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d'Eucalyptus à la concentration 0.25%

B. Traitement à la concentration 0.5% (Lot n° 3/D2)

Selon la figure 18, nous avons noté une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la 1^{ère} application du traitement.

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

On observe que la dose D2 dans la ruche 2 a provoqué un taux de mortalité élevé de varroas qui augmente de la première semaine à la quatrième semaine de traitement. L'effet acaricide le plus remarquable est observé après le premier traitement, qui continue à croître jusqu'à atteindre 79% de mortalité. Ceci revient à la population d'abeilles qui est importante et égale à 17500.

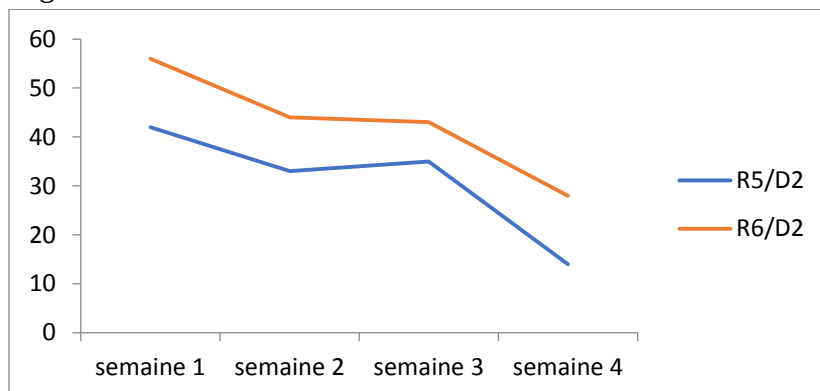


Figure 19 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d'Eucalyptus à la concentration 0.5%.

C. Traitement à la concentration 1% (Lot n° 4/D3)

La figure 20 montre que nous avons une chute considérable de varroas durant les sept 1^{ers} jours qui ont suivi la 1^{ère} application de traitement, une augmentation de la chute de ces acariens à partir de la 2^{ème} semaine est observée après la 2^{ème} application. Les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroase notamment à partir la 3^{ème} semaine.

On note un pic (3^{ème} semaine), période qui correspond à l'émergence de jeunes abeilles de leur cellule qui engendre la libération de jeunes varroas sensible et succombent aussitôt au traitement.

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R8/D3).

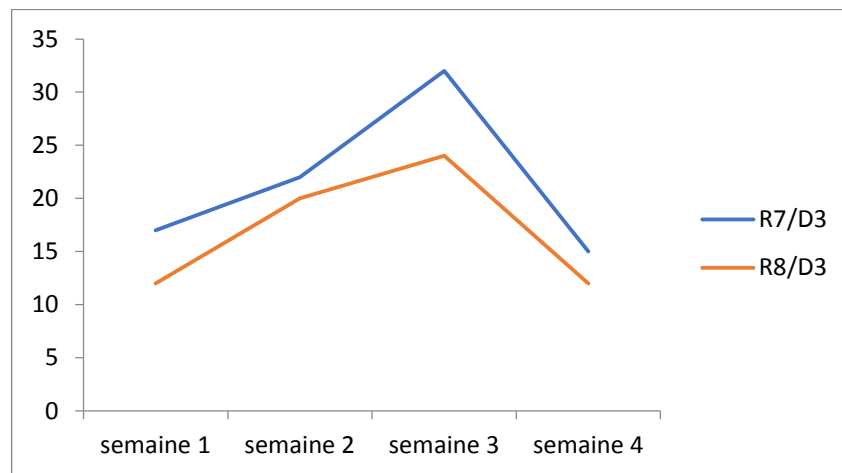


Figure 21 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d'Eucalyptus à la concentration 1%.

1.5.1* Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO)

Selon la figure 21, nous avons noté une chute considérable de varroas durant les sept jours 1^{ers} qui ont suivi la 1^{ère} application de traitement. Une diminution considérable de varroas est observée à la 2^{er} application, suivi d'une augmentation de varroas morts à la 3^{ème} application.

Mais les comptages ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir 4^{ème} semaine.

On note un pic (3^{ème} semaine), période qui correspond à l'émergence de jeunes abeilles de leur cellule qui engendre la libération de jeunes varroas sensible et succombent aussitôt au traitement.

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R9/AO).

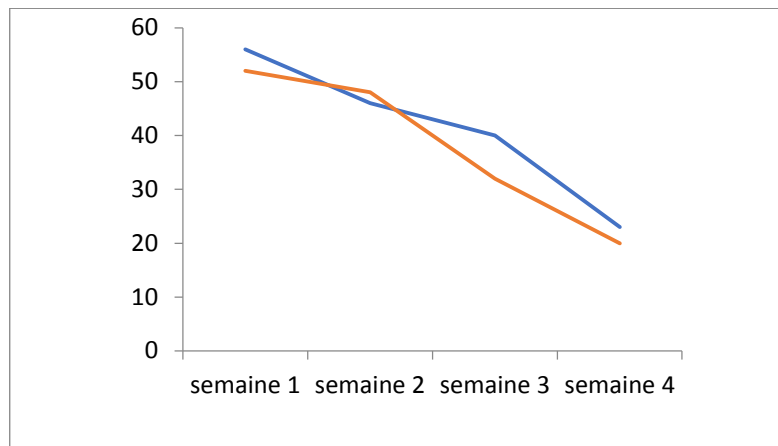


Figure 22 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'acide oxalique (AO).

1.5.1 Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Api var (lot n°6/AP)*

Selon la figure 22, nous avons noté une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la 1^{ère} application du traitement.

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

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R11/AP).

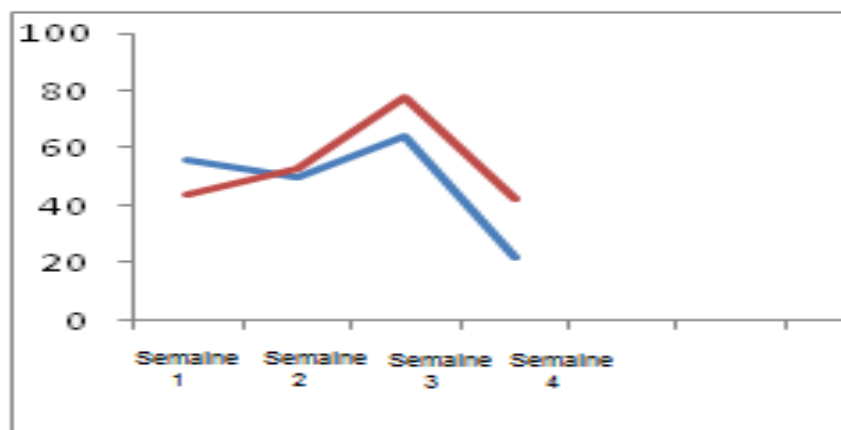


Figure 23 : Evolution de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par Apivar (AP).

1.5.1 Témoin (lot n°1/TM)*

Sur la figure 23, on note un grand pic à 2^{ème} semaine pour la ruche 1, ce peut être expliqué par le taux d'infestation élevé. Ensuite le nombre de varroas morts diminue avec le temps.

Pour la ruche n°2, on observe 2 pics à 3^{ème} semaine, ensuite le nombre de varroas morts diminue avec le temps.

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R1/TM1).

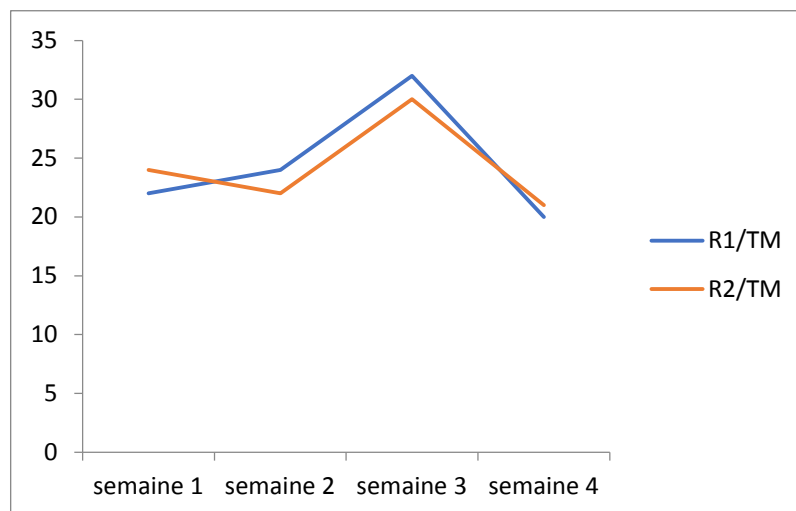


Figure 24: Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches (lot témoin)

1.5.1* Comparaison entre les lots

La figure 24 montre que l'effet acaricide est positif sur le *Varroa jacobsoni* chez les lots n°6 et n°5 avec une supériorité de la mortalité du varroa montrée par le lot n°6.

Par rapport aux résultats des lots n° 2,3 et 4, la dose D1 dans le lot 2a provoqué un taux de mortalité élevé.

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

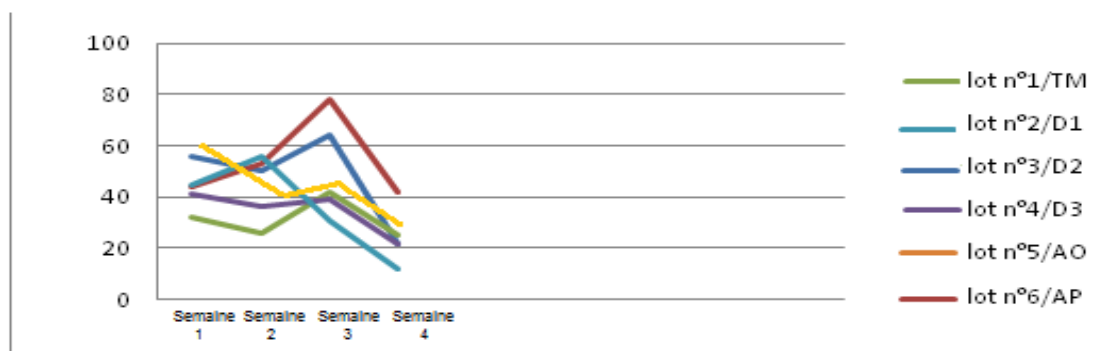


Figure 25 : Comparaison entre le taux de mortalité des 06 lots

1.6. Le pouvoir acaricide d'huile essentielle après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle d'Eucalyptus :

La figure 26 montre que l'huile essentielle d'Eucalyptus à un effet toxique sur le *Varroa jacobsoni*, mais le meilleur résultat est obtenu surtout sur les ruches R4/D1,

R7/D3 avec un taux de mortalité de 32.5% ; 33. 6% respectivement, Le traitement chimique effectué par l'acide oxalique et l'apivar a donné des résultats meilleurs que celle de plante utilisée (taux de mortalité de R12/AP : 72.56% et R10/AO : 52.2%).

Toutes les concentrations ont montré une activité acaricide, mais la dose D2 présente le taux de mortalité le plus élevé par rapport à D1 et D3.

Comparant au produit chimique, ce dernier a donné un taux de mortalité plus important mais n'est pas très loin de celui des doses.

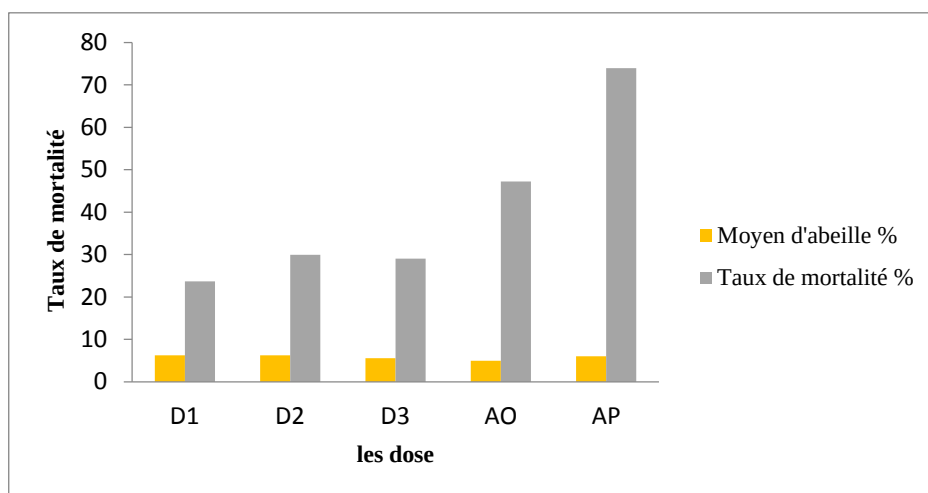


Figure 27: Evolution de taux de mortalité des lots traités avec l'huile essentielle d'Eucalyptus et les produits chimique (Apivar et Acide oxalique).

2. DISCUSSION :

Depuis l'apparition de la varroase, de très nombreux chercheurs travaillant sur le varroa et n'ont pas manqué d'imagination pour lutter contre l'acarien avec toutes sortes de méthodes et toutes les molécules dont ils pouvaient disposer dans leur pays où ils travaillaient **Faucon,(1992)**. Actuellement en Europe, plusieurs produits sont appliqués, les plus utilisés sont à base de Fluvalinate et d'Amitraz. Il est à signaler qu'à l'heure actuelle aucun traitement ne s'est montré efficace à 100%.

Cependant l'utilisation des produits acaricides lors du traitement chimique « varroacides » pose le problème de la formation des résidus dans les produits de la ruche, étant donné que les colonies d'abeilles doivent être traitées chaque année.

Les plantes sont capables de produire des substances naturelles très variées, en effet, en plus des métabolites primaires classiques (glucides, protéines, lipides, acides nucléiques), elles synthétisent et accumulent perpétuellement des métabolites secondaires

dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représente une source immense de molécules pouvant être exploitées dans différents domaines entre autres la phytoprotection **Auger et Thibout , (2002)**.

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

Nos résultats du traitement antiacarien ont révélé une activité acaricide appréciable de l'huile essentielle de (*Eucalyptus radiata*) .sur le *Varroa jacobsoni* parasite de l'abeille domestique *Apis mellifera*. Cette activité acaricide varie en fonction de la dose et la période d'exposition au traitement.

Après le traitement, nous avons constaté que le taux de mortalité effectué avec l'huile essentielle de (*Eucalyptus radiata*) a donné un meilleur résultat par la dose D2 : 0,5% qui correspond à 32,56%. Ce résultat est inférieur celui de **Harouz, (2015)** qui a obtenu 51,20% par l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*.

Après le traitement par produit chimique, le taux de mortalité effectué avec l'apivar, a donné un meilleur résultat durant la période de traitement par l'eucalyptus qui correspond à 82.5%. Ce résultat est très proche de celui de **Rickli et Al, (1991)** qui a obtenu 99%.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION

Conclusion :

Depuis longtemps, la lutte contre la varroase est basée sur l'utilisation des acaricides de synthèse. L'usage de ces molécules chimiques a causé des problèmes tels que les résidus de ces substances dans le miel et la cire, le blocage de la ponte et l'accroissement de la résistance du parasite.

Dans le présent travail, nous avons étudié l'effet acaricide de *Eucalyptus radiata* sur le varroa de l'abeille locale *Apis mellifera intermissa* dans la région de la mitidja.

Cette étude a permis d'évaluer l'efficacité de cette huile essentielle et son éventuelle utilisation en lutte biologique.

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure que:

- Au début de l'expérimentation, le taux d'infestation initiale de varroa varie de 0,0067% à 10,64%, soit une moyenne de 5,32%. Pour les ruchers destinés aux traitements par l'huile essentielle d'*Eucalyptus* respectivement. Cette variation est liée au nombre d'abeilles dans le couvain.
- Les traitements effectués ont montré un effet acaricide l'huile essentielle d'*Eucalyptus radiata* qui a donné un taux de mortalité meilleur 32,56% par la dose D2 : 0,5%, les traitements chimiques effectués par l'acide oxalique et l'apivar ont atteint des efficacités respectives de (58,88%) et (83,36%).
- Il est aujourd'hui clair que le contrôle chimique du varroa, s'il peut apporter des solutions temporaires aux apiculteurs, ne constitue en aucun cas une solution durable, car les traitements ont une efficacité décroissante au fur et à mesure des années d'utilisation.
- L'analyse statistique des données prouve que les traitements par l'huile essentielle d'*Eucalyptus radiata* ont un effet très significatif.
En comparaison entre les ruches, la différence de mortalité provoquée est très significative selon l'effet 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.
- Les témoins ont présentés un taux de mortalité inférieure à celui des lots traités.

CONCLUSION

En fin de compte, le traitement à base d'huile essentielle d'Eucalyptus s'est révélé efficace dans nos conditions d'expérimentation, et sans effet néfaste sur le développement des colonies et mérite d'être proposé comme un bio-acaricide contre la varroase. Il constitue un traitement naturel et simple, sans inconvénients d'une part et d'autre part mérite d'être suivi avec d'autres travaux de recherche (augmentation de la dose de traitement plus de 0.75 % et moins de 1%) et un sur très grand nombre de ruches.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abdelguerfi et al.,2003 :Sensory and physic-chemical properties of commercial sample of honey.Food Research International,63 ;183-1991.

Adjimis.,2011.Annahla...el-aya elmodjiza.Ed.Dar Elaourassia.p.40 et p.55

Anderson D.L., Trueman J.W.H., 2000. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Exp. Appl. Acarol.*, 24,pp:165-189.

Anonyme.,2003 : Méthodes de prélèvement et les pathologies dominantes en apiculture.I.N.M.V.Alger.(Christidès and A.-G. Bagnères ; *Biology Letters* ; 3 juin 2015.)

Aoudia, N et Ayad,R ., 1998 Thèse - MémoireIngénieurINA Efficacité thérapeutique de quelques plantes à propriété acaricide vis à vis de la varroase.

Arthur Cronquist ., 1981 An Integrated System of Classification of Flowering Plants

Columbia University Press, New York.1262 pp. 1981. ISBN 0-231-03880-1.

Aprotosoie et al .,2010. The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.). *FARMACIA*, Vol. 58 (1); pp. 46-54

Barry N., 2001. Art d'extraire les huiles essentielles. De parfum à faire soi même, pp. 125-128. In Belaagoune S. et Himed L. (2007). Etude de l'activité antioxydant d'une huile essentielle de *Schinus molle*. Mémoire d'Ingéniorat. INATAA, Université Constantine. 57p.

Benini C., 2007. Contribution à l'étude de la diversification de la production d'huiles essentielles aux Comores. Mémoire d'ingéniorat. Université Gembloux, 109p.

Benzeggouta N., 2005. Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connues comme aliments. Mémoire de magister, Université de Constantine, Algérie, 110p.

Bigendako. J., 2004. Identification et zonage des *Eucalyptus radiata* rwanda.chemonics international inc.projet adar.p10.

Boucher C, 2009. Bilan de la mortalité hivernale 2008-2009 au sein des colonies d'abeilles. . http://www.agrireseau.qc.ca/apiculture/documents/Enquete_mortalite_92009_Bilan.pdf

Bouvet J.M., 1999. *Le Flamboyant* (49) : p. 4-14. Les plantations d'eucalyptus

Berthier A., 1980 : Epices-aromates leurs huiles essentielles et oléorésines. Parfum, cosmétiques, aromes n°34-aout/septembre 1980 ;pp 39-44.

Bruneau E, 2004. Dépérissement des ruchers en région wallonne : état des lieux. Abeilles & Cie 104 : 8-11.

Bruno Corbara, 1991.La Cité des abeilles/Collection Découvertes Gallimard (n° 125), Série Sciences et techniques, Gallimard

Bruneton. J., 1999 .Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed. Tec & Doc. ; pp : 461 – 769.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Calderone et al., 1997.** Evaluation of botanical compounds for control of the honey-bee tracheal mite, *Acarapis woodi*. *Am. Bee J.* 131:589-591.
- Cherrak. F/Draguendoul. M ., 1993**Thèse - Mémoire Ingénieur INADépartement de génie rural.
- Christine et Bernard nicollet., 1990** abeille-et-nature.com
- Colin E et al ., 1983** :Etude du premiere foyer français de Varroatose de l'abeille .*bull .acad.vet.De France* 56 :p89-93.
- Colin. E et Vandame. R ., 2003** :Abeilles européennes et abeilles africanisées au Mexique :la tolérance au *Varroa jacobsoni* I.N.R.A. STATION DE ZOOLOGIE ET APIDOLOGIE .
- De Favaux M, 1984.** Les acariens et les insectes parasites et prédateurs des abeilles *Apis mellifera* intermissa en Algérie. *Bulletin de Zoologie Agricole INA* 8 : 13-21
- Defeo.V et al., 2003** - *Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from Thymus spinulosis Ten (Lamiaceae). J. Agric. Chem., N° 51, pp. 3849-3853*
- Degryse et al ., 2008.** Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. Atelier santé environnement -IGS- EHESP, 87p.
- Dugo. G et Digiacoimo.A., 2002** . Citrus. The genus Citrus. Taylor & Francis Publishing, London. 638 p.
- Durvelle. J.-P., 1893** . Fabrication des essences et des parfums. Editeur J. FRITSCH, Paris.
- Durvelle J.-P., 1930** . Fabrication des essences et des parfums. Ed. Desforges, Girardot et Cie, 807 p.
- Faucon J.P., Drainudel 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.*, 158, 6,pp : 283-290
- Fernandez N., Coineau Y. 2002.** Varroa, tueurs d'abeilles. Bien le connaître, pour mieux le combattre.Edition Atlantica, Biarritz, France, 237p.
- Garnero. J., 1991** .Huiles essentielles. Techniques de l'ingénieur K345 pp 1-45.
- Goodwin M et Vaneaton C., 2001:** Control of Varroa , a guide for New Zealand Beekeepers :P40-52.
- Grobov .O, 1977** :La varroase de l'abeille mellifère .*Apicta* (Bucharest) :P11,P14-148.
- Hanley Alexandre et Duval Jean., 1995.** La varroase des abeilles.*Agro-bio* .pp :370 – 08
- Harbadji. M, Naoui. A., 1996** : Etude de l'efficacité thérapeutique de quelques plantes acaricides vis-à-vis de la Varroase .Thèse ing.Agro.INA EL HARRACH .93P.
- Imdorf A., coll.J., 1998.** Alternative Varroa control. *Am. Bee J.*, 136, pp:189-193.
- Jacobson., 1904** *Varroa jacobsoni* Oudemans,
- Jacopo werther .,2010,**Varroa destructor ,Acari of Belgium,Focus stacking images of Arachnida ,Research at Université catholique de Louvain.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Lhomme. M., 1990. *Varroa jacobsoni* (oudemans 1904) : morphologie, biologie et étude spécifique du système respiratoire et du comportement, Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de médecine, Nantes, 85p.

Martin S.J., 1994. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L. under natural conditions. *Exp. Appl. Acarol.*, 18, pp: 87-100.

Marzoukia. H et al ., 2009. Seasonal and geographical variation of *Laurus nobilis* L. essential oil from Tunisia. *The Open Natural Products Journal*, Vol. 2; pp. 86-91

Michel St Germain .,(1998) Alchimiste-par-essence/Article/Elle Québec

Mohammedi Z., 2006. Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et des flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse magistère, Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen, 155p.

Möller K., 2008 .La distillation à l'alambic, un art à la portée de tous. Editorial UNICO.152 p.1071, 1242,)

Platiere B.A.E., Adeler et Peguin. P., 1987 :Varroase, fléau des ruches. L'apiculture en sursis. nature et progrès, n°98 :P 10-15.

Peguin. P., 1988 :L'apiculture biologique face au varroa .nature et progrès n°123 :27-28.

Pibiri M.C., 2006. Assainissement de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse de doctorat. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, pp. 28-52.

Rademacher. E.,1983.[Versuchez Bckämpfunder verroatoscmiy Naturs loffem].*Apidologie*, 14(4),pp:265-266.

Riccardo Jannoni-S .,2010,*Apimondia*, Récolte de fonds

Robaux. P., 1986 :Varroase et Varroatose .Edition Opida,P282.

Trailles. 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.

Traoré M. C., 2006. Étude de la phytochimie et des activités biologiques de quelques plantes utilisées dans le traitement traditionnel de la dysménorrhée au Mali. Thèse de doctorat. Université de Bamako, Mali, pp. 175p.

Wilson.C et al., 1997 - *Rapid evaluation of plant extracts and essential oil for antifungal activity against Botrytis cinerea*. *Plant Dis.*, N° 81, pp. 204-210.

Wendling Paul Sébastien Lucien, 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 vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, 196p.

ANNEXES

Matériel de laboratoire :

- Clevenger : qui a servi à l'extraction des huiles
- La verrerie qui a servi à la préparation des dilutions
- Fiole graduée et micropipette
- Balance de précision et agitateur.

Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d'Eucalyptus

Tableau 05 : Traitement à la concentration 0.25% (Lot n° 2/D1)

R3/D1	138	70	50	28
R4/D1	150	62	38	18

Tableau 06: Traitement à la concentration 0.5% (Lot n° 3/D2)

R5/D2	42	50	30	7
R6/D2	20	60	73	26

Tableau 07 : Traitement à la concentration 1% (Lot n° 4/D3)

R7/D3	17	40	85	30
R8/D3	30	14	40	19

Tableau 08: L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO).

R9/AO	50	50	140	70
R10/AO	140	105	160	103

Tableau 09 : L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Api var (lot n°6/AP)

R11/AP	312	102	37	28
R12/AP	140	82	73	25

Tableau 10 : Témoin (lot n°1/TM)

R1/T1	46	155	161	52
R2/T2	74	36	110	84

Tableau 11 : Comparaison entre les lots

Lot1/T1	171	213	384	196
Lot2/D1	448	287	205	130
Lot3/D2	87	150	123	40
Lot4/D3	67	99	255	149
Lot5/AO	350	210	430	251
Lot6/AP	612	242	157	66

Le pouvoir acaricide d'huile essentielle après un mois d'exposition au traitement

Tableau 12 : Le pouvoir acaricide après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle d'Eucalyptus.

Ruche	Taux de mortalité %	%abeille
R3/D1	13,96	9,25
R4/D1	29,39	3,91
R5/D2	27,7	5,47
R6/D2	34,6	5,47
R7/D3	21,95	7,81
R8/D3	33,3	6,25
R9/AO	34,4	3,91
R10/AO	20,58	7,81
R11/AP	34,56	4,69
R12/AP	48,88	7,81

Tableau 13 : Evaluation des taux de mortalité dans les lots traités avec l'huile essentielle d'Eucalyptus et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).

Les lots	Taux de mortalité %	Moyen d'abeille %
D1	23,68	6,21
D2	32,56	6,25
D3	29	5,56
AO	47,22	4,95
AP	73,94	5,99

Résumé

الملخص

هذا البحث يتعلق بتطبيق علاج من مستخلص الزيوت الأساسية لنبات الكافور (*Eucalyptus radiata siebold*)، كمبيد ضد طفيل الفاروا (*Varroa jacobsoni*) الذي يعتبر من أخطر أعداء نحل العسل التلي *Apis mellifera intermissa*. هذا بهدف تطوير النباتات العطرية الجزائرية وتوفير بديل للمواد الكيميائية. أجريت دراستنا في منطقة متيجة. بعد العلاج لوحظ تأثير زيت الكافور المستخدم ضد الفاروا بنسب وفيات أكبر من خلال جرعة (جرعة 2 : 0,5 % وهو ما يعادل 32.56 %). حيث أن العلاج الكيميائي من قبل حمض الأكساليك و Apivar أعطت نتائج أعلى من النبات المستعمل.

كلمات البحث:

أبيس مليفيرا, تربية النحل, مبيد حيوي, زيوت أساسية, فاروا جاكوبسون.

Résumé

Le présent travail porte sur l'application d'un traitement à base d'huile essentielle d'Eucalyptus (*Eucalyptus radiata siebold*) sur le *Varroa jacobsoni*, ennemis majeurs de l'abeille tellienne (*Apis mellifera intermissa*). Notre étude a été réalisée dans la région de Mitidja. Après traitement, l'effet acaricide l'huile essentielle d'eucalyptus est remarquée par un taux de mortalité meilleur par la dose D2 : 0.5% qui correspond à 32.56%. Le traitement chimique effectué par l'acide oxalique et l'apivar a donné des résultats supérieurs que ceux de plante utilisée.

Mots clés :

Apiculture, *Apis mellifera*, bio-Acaricide, *Eucalyptus radiata*, Huile essentielle, *Varroa jacobsoni*.

Abstract

This work concerns the application of a treatment based on Eucalyptus essential oil (*Eucalyptus radiata siebold*) on the *varroa jacobsoni* one of the major enemies of the tellian bee *Apis mellifera intermissa*. Our study was carried out in the region of Mitidja.

After treatment, the acaricidal effect of the treatments carried out by the oil of plant used is considered insignificant. The essential oil of (*Eucalyptus radiata siebold*) is noted for its better mortality rate using the dose D2: 0.5% which corresponds to 32.56%.

Keywords:

Apis mellifera, Beekeeping, bio-Acaricide, *Eucalyptus radiata Siebold*, essential oil, *Varroa jacobsoni*.