

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences biologiques de l'environnement
Spécialité : Ecologie



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Activité anti-varroa des extraits de plantes sur les abeilles *Apis mellifera*: Etude *in-vitro*

Présenté par :

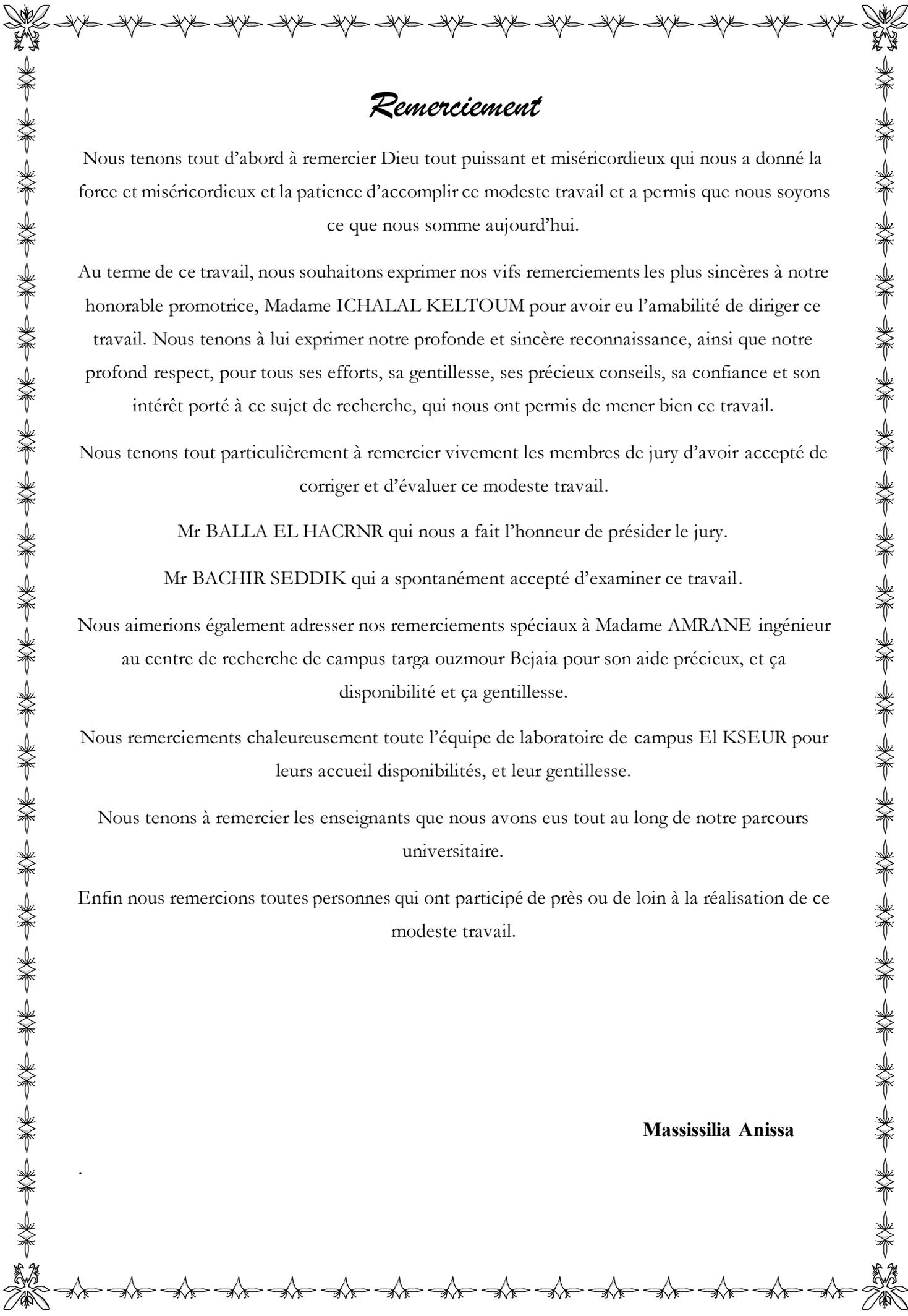
Ayad Massissilia & Mozaoui Anissa

Soutenu le : **04 Juillet 2024**

Devant le jury composé de :

M. BALLA EL Hacene	Professeur	Président
Mme. ICHALAL Keltoum	MCB	Encadreur
M. BACHIR Seddik	MAA	Examineur
M. AYAD A/Hanin	Professeur	Invité

Année universitaire : 2023 / 2024



Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et miséricordieux et la patience d'accomplir ce modeste travail et a permis que nous soyons ce que nous sommes aujourd'hui.

Au terme de ce travail, nous souhaitons exprimer nos vifs remerciements les plus sincères à notre honorable promotrice, Madame ICHALAL KELTOUM pour avoir eu l'amabilité de diriger ce travail. Nous tenons à lui exprimer notre profonde et sincère reconnaissance, ainsi que notre profond respect, pour tous ses efforts, sa gentillesse, ses précieux conseils, sa confiance et son intérêt porté à ce sujet de recherche, qui nous ont permis de mener bien ce travail.

Nous tenons tout particulièrement à remercier vivement les membres de jury d'avoir accepté de corriger et d'évaluer ce modeste travail.

Mr BALLA EL HACRNR qui nous a fait l'honneur de présider le jury.

Mr BACHIR SEDDIK qui a spontanément accepté d'examiner ce travail.

Nous aimerions également adresser nos remerciements spéciaux à Madame AMRANE ingénieur au centre de recherche de campus targa ouzmour Bejaia pour son aide précieux, et sa disponibilité et sa gentillesse.

Nous remercions chaleureusement toute l'équipe de laboratoire de campus El KSEUR pour leurs accueil disponibilités, et leur gentillesse.

Nous tenons à remercier les enseignants que nous avons eus tout au long de notre parcours universitaire.

Enfin nous remercions toutes personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Massissilia Anissa



Dédicaces

*Je remercie Dieu le tout puissant d'avoir fait que ce jour arrive et de m'avoir
Offert les personnes très chères à qui je dédie ce modeste travail.*

D'abord Je dédie ce modeste travail à l'âme de mon père Fatah.

*A ma chère mère Hayat qui n'a jamais cessé de m'encourager et
De me soutenir depuis mon jour de vie ta présence à mes côtés est ma source
De force je ne saurai tu remercier assez que ce travail traduit ma gratitude
Et mon affection envers toi.*

Là où je suis arrivée aujourd'hui c'est à vous MES CHERS PARENTS.

*A mes très chères sœurs Aida, Naima, Nabila, Kenza et Thiziri, et Mon frère
Farid pour leur amitié, leur aide, leur soutien, leur disponibilité et leur
gentillesse. Je ne vous remercierai jamais assez.*

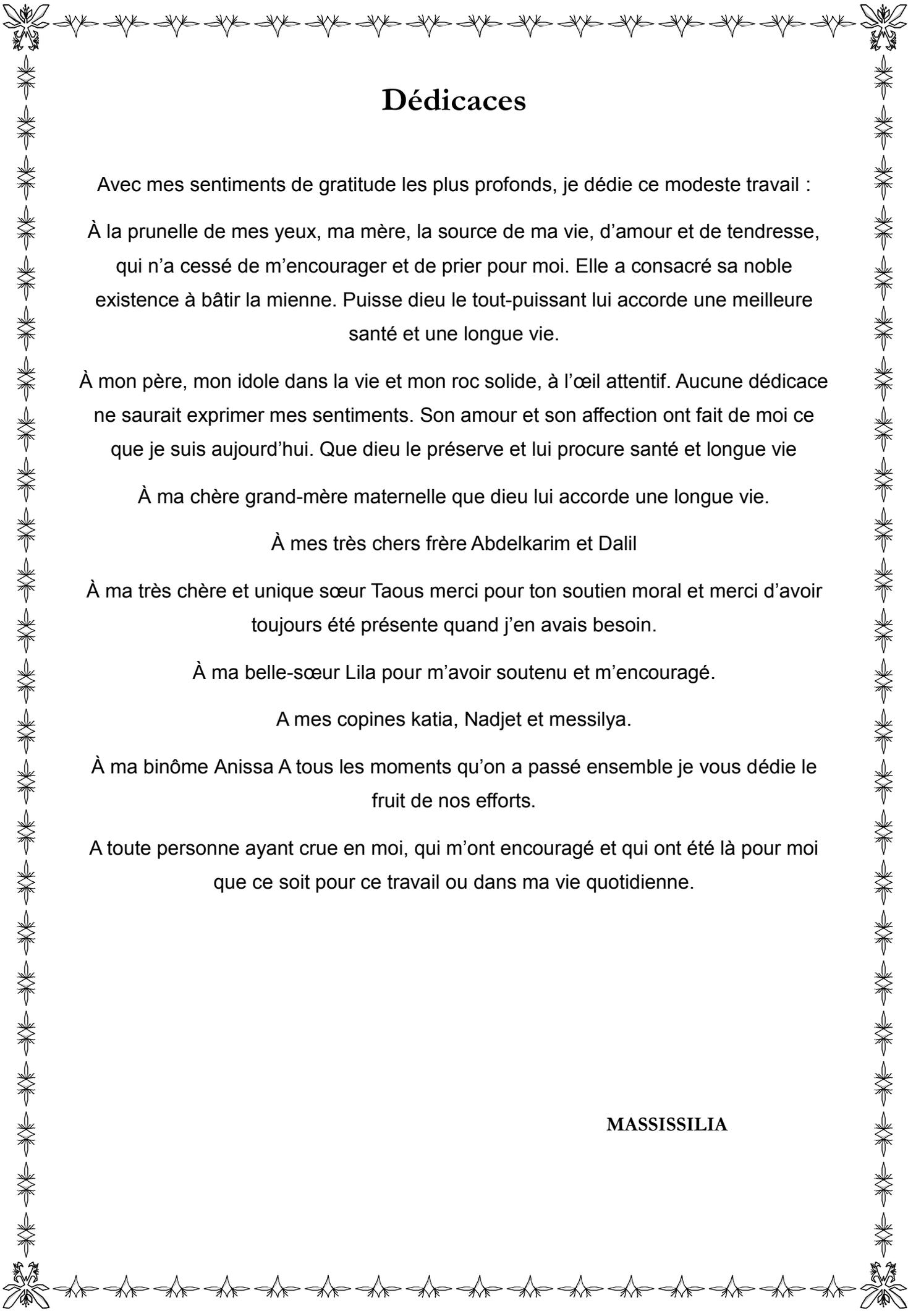
A mes chères copines Kenza et Fatima.

*A ma binôme Ayad Massissilia pour ton soutien moral, ta patience et ton
dévouement à ce travail, je vous dédie le fruit de nos efforts.*

A tous mes collègues de la promotion master 2 Ecologie environnement.

À tout ce qui nous ont aidés dans ce travail de près ou de loin.

Anissa



Dédicaces

Avec mes sentiments de gratitude les plus profonds, je dédie ce modeste travail :

À la prunelle de mes yeux, ma mère, la source de ma vie, d'amour et de tendresse, qui n'a cessé de m'encourager et de prier pour moi. Elle a consacré sa noble existence à bâtir la mienne. Puisse dieu le tout-puissant lui accorde une meilleure santé et une longue vie.

À mon père, mon idole dans la vie et mon roc solide, à l'œil attentif. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments. Son amour et son affection ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Que dieu le préserve et lui procure santé et longue vie

À ma chère grand-mère maternelle que dieu lui accorde une longue vie.

À mes très chers frère Abdelkarim et Dalil

À ma très chère et unique sœur Taous merci pour ton soutien moral et merci d'avoir toujours été présente quand j'en avais besoin.

À ma belle-sœur Lila pour m'avoir soutenu et m'encouragé.

A mes copines katia, Nadjet et messilya.

À ma binôme Anissa A tous les moments qu'on a passé ensemble je vous dédie le fruit de nos efforts.

A toute personne ayant crue en moi, qui m'ont encouragé et qui ont été là pour moi que ce soit pour ce travail ou dans ma vie quotidienne.

MASSISSILIA

Table des matières

Liste des Abréviations

Liste des Figures

Liste des Tableaux

INTRODUCTION 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

PARTIE 01 : Généralité sur les abeilles domestique..... 3

1.1. Introduction 3

1.2. Classification Systématique de l'abeille 3

1.3. Morphologie de l'abeille 4

1.4. Les différentes races d'abeilles domestiques en Algérie et dans le monde..... 5

1.5. Composition et la structure de la colonie d'abeille 6

1.6. Le cycle de développement d'une colonie d'abeille 7

1.6.1. Phase de reproduction..... 8

1.6.2. Phase d'essaimage 8

1.6.3. Phase de préparation à l'hivernage 8

1.6.4. Phase d'hivernage 8

1.7. Rôle écologique de l'abeille 9

1.8. Les produits de la ruche 9

1.9. Principales maladies d'abeille 13

PARTIE 02 : Généralités sur le varroa 15

2.1. Introduction 15

2.1. Systématique 15

2.3. Reproduction et Cycle de vie 15

2.4. Morphologie du *varroa* 16

2.5. Symptômes d'une varroase	18
2.6. La lutte contre le varroa	18
2.7. Moyens de lutte contre le parasite	19
2.8. Impacts du <i>varroa</i> sur l'abeille domestique	22
2.8.1. L'impact du varroa à l'échelle individuelle.....	22
2.8.2. L'impact socio-économique du <i>varroa</i>	22
PARTIE 03 : Généralité sur les plantes médicinales	23
3.1. Figuier de barbarie : <i>opuntia ficus-indica</i>	23
3.1.1. Origine et discription du cactus	23
3.1.2. Position systématique	23
3.1.3. La description botanique	24
3.1.4. Composition chimique.....	24
3.1.5. Activité biologique	25
3.1.6. La figue de barbarie en apiculture	25
3.2. La sauge officinale : <i>salvia officinalis</i>	26
3.2.1. Répartition géographique	26
3.2.2. Taxonomie	26
3.2.3. Description botanique.....	27
3.2.4. Composition chimique.....	27
3.3. Le marrube : <i>Marrubium vulgare</i>	28
3.3.1. Généralité.....	28
3.3.2. Classification	28
3.3.3. Description botanique du <i>marrubium</i>	28
3.3.4. Description géographique.....	29
3.3.5. Composition chimique du <i>marrubium</i>	29
3.3.6. Activités biologiques	29
3.4. Rue des jardins : <i>Ruta graveolens</i>	30

3.4.1. Generalité.....	30
3.4.2. La Description botanique.....	30
3.4.3. Classification	31
3.4.4. Composition chimique du <i>Ruta graveolens</i>	31
3.4.5. Activités biologiques	31

Chapitre II : Matériels et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude et période d'échantillonnage	32
2. Critères de choix du site d'étude	32
3. Matériel de prélèvement des échantillons sur terrain.....	32
3.1. Matériel animal.....	32
3.2. Matériel végétal	33
3.3. Méthode d'obtention des extraits	33
3.4. Matériels apicoles	34
3.5. Matériels utilisés au laboratoire.....	34
4. Méthodes d'échantillonnage des abeilles	35
4.1. Traitement des échantillons	35
4.2. Contrôle et validation des expériences	35
5. Méthode d'échantillonnage du varroa.....	38
5.1. Etude de l'effet des différents extraits sur le varroa	39
5.1.1. Préparation des échantillons.....	39
5.1.2 Conditionnement dans l'étuve	39
5.1.3. Évaluation du taux de mortalité	40
6. Degré d'efficacité des quatre extraits utilisés sur le varroa.....	40
6.1 Analyse statistique des données.....	41

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Effet de la concentration et de la méthode d'exposition des abeilles aux extraits de plantes	42
---	----

1.1. Le marrube : <i>Marrubium vulgare</i>	42
1.2. La rue officinale : <i>Ruta graveolens</i>	43
1.4. Fleur de figuier de barbarie : <i>Opuntica ficus-indica</i>	44
1.3. La sauge : <i>Salvia officinalis</i>	45
2. Effet de la durée et les concentrations des extraits d'exposition sur la mortalité du <i>Varroa destructor</i>	46
2.1 Le marrube <i>Marrubium vulgare</i>	46
2.2 Rue officinale : <i>Ruta graveolens</i>	47
2.3 La fleur de figuier de barbarie : <i>Opuntia ficus-indica</i>	48
2.4 La sauge : <i>Salvia officinalis</i>	49
3. Degré d'efficacité des quatre extraits sur le varroa	50
Discussion	52
Conclusion et perspective	54
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Liste des Abréviations

% : pourcentage.

°C : Degré Celsius.

C : Concentration

T : Témoin

h : Heure

P : Probabilité

A : *Apis*

V : *Varroa*

M : *Marrube*

S : *Salvia*

Liste des Figures

Figure 01 : Morphologie externe de l'abeille adulte	4
Figure 02 : schéma des trois castes d'abeille domestique.....	7
Figure 03 : Population théorique moyenne d'abeilles par ruche, selon la saison, en climat tempéré	8
Figure 04 : photographie du miel récoltée	10
Figure 05 : photographie représente une trappe à pollen	10
Figure 06 : photographie de la propolis récoltée à partir du la ruche	11
Figure 07 : photographie de la cire d'abeille sur un cadre de corps du ruche	11
Figure 08 : Gelée royale	12
Figure 09 : Le dard de l'abeille se fige dans la peau élastique de l'homme	12
Figure 10 : Le cycle de vie du varroa.....	16
Figure 11 : Morphologie de l'acararien <i>Varroa</i>	17
Figure 12 : photo de <i>l'Opuntia ficus-indica L</i>	24
Figure 13 : la fleur du cactus.....	25
Figure 14 : Aspect de <i>Salvia officinalis L</i>	27
Figure 15 : <i>Marrubium vulgare</i>	29
Figure 16 : <i>Ruta graveolens</i> photo	30
Figure 17 : Localisation du rucher	32
Figure 18 : Les extraits utilisées	33
Figure 19 : matériels utilisés pour le prélèvement sur terrain.	34
Figure 20 : matériels utilisés lors des manipulations.	35
Figure 21 : Traitement anti-varroa utilisée comme témoin.....	36
Figure 22 : méthode de traitement papier.....	36

Figure 23 : méthode de traitement par dégouttement.....	37
Figure 24 : méthode de traitement par pulvérisation.....	37
Figure 25 : photographie des boîtes préparées à l'intérieur de l'étuve à 30°C	38
Figure 26 : photo décrivant les différentes étapes de la manipulation du varroa.....	40
Figure 27 : taux de mortalité en fonction des concentrations et des méthodes d'exposition des abeilles à l'extrait du marrube	42
Figure 28 : Taux de mortalité en fonction des concentrations et des méthodes d'exposition des abeilles à l'extrait de la rue officinale	43
Figure 29 : Taux de mortalité en fonction des concentrations et des méthodes d'exposition des abeilles à l'extrait de la fleur de figuier de barbarie.....	44
Figure 30 : Taux de mortalité en fonction des concentrations et des méthodes d'exposition des abeilles à l'extrait de <i>S. officinalis</i>	45
Figure 31 : Effet de la durée d'exposition du <i>V. destructor</i> à l'extrait de <i>M. vulgare</i> en fonction des concentrations.	46
Figure 32 : Effet de la durée d'exposition du <i>V. destructor</i> à l'extrait de <i>R. graveolens</i> en fonction des concentrations	47
Figure 33 : Effet de la durée d'exposition du <i>V. destructor</i> à l'extrait d' <i>O. ficus-indica</i> en fonction des concentrations	48
Figure 34 : Effet de la durée d'exposition du <i>V. destructor</i> à l'extrait de <i>S. officinalis</i> en fonction des concentrations	49

Liste des Tableaux

Tableau 01 : classification de l'abeille (<i>Apis mellifera</i>).....	3
Tableau 02 : Les espèces les plus courantes en Algérie.	5
Tableau 03 : les races d'abeilles les plus célèbres dans le monde	6
Tableau 04 : Maladies de l'abeille domestique fréquemment rencontrées.....	14
Tableau 05 : Selon Anderson et Trueman (2000), le varroa appartient à la classification ..	15
Tableau 06 : les utilisations du figuier de barbarie	25
Tableau 07 : classification botanique de la plante <i>S. officinalis</i>	26
Tableau 08 : les utilisations de la sauge	27
Tableau 09 : la classification de marrube	28
Tableau 10 : Les différents activités biologiques de <i>Marrubium vulgare</i>	29
Tableau 11 : La position systématique de <i>Ruta graveolens</i> selon le scientifique	31
Tableau 12 : les différentes activités biologiques du <i>Ruta graveolens</i>	31
Tableau 13 : les différentes plantes utilisées et leurs origines ainsi que les parties exploitées...	33
Tableau 14 : Degrés d'efficacité des différents extraits de plantes utilisées en fonction des différentes concentrations.....	51

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Parmi les espèces d'insectes, l'abeille domestique se distingue par son rôle crucial dans la production de miel, de gelée royale, de pollen, de cire, entre autres, des produits appréciés pour leurs utilisations variées dans l'industrie pharmaceutique, alimentaire et autres secteurs industriels. Les abeilles domestiques sont également essentielles pour la biodiversité. Elles augmentent significativement le rendement des cultures pollinisées par les insectes, bien au-delà de la valeur économique du miel qu'elles produisent. La pollinisation par les abeilles améliore la qualité et la quantité des fruits, influençant leur taille, leur forme, leur couleur, leur durée de conservation et leur goût (**Bogdanov, 2006** et **Rouibi, 2016**).

Cependant, ces dernières années, les populations d'abeilles connaissent un déclin alarmant en raison d'attaques parasitaires sévères qui menacent leur santé et leur survie. L'acarien ectoparasite *Varroa destructor* est principalement responsable de cette situation critique, se nourrissant de l'hémolymphe des larves et des abeilles adultes, entraînant des troubles graves dans les colonies comme une diminution du couvain et des déformations chez les abeilles immatures et matures (**Noel et al., 2020**).

Les travaux de **Milani et Dellavedova (2002)** rapportent que le recours aux acaricides chimiques est une pratique prédominante pour lutter contre le varroa, en raison de son efficacité et de sa rapidité d'application. Cependant, cette pratique entraîne une pollution des ruches ce qui affaiblit les colonies, affectant non seulement les abeilles mais aussi les produits de la ruche.

Dans ce contexte, il existe un intérêt croissant pour des méthodes de lutte biologique utilisant des substances naturelles issues de plantes médicinales, reconnues pour leurs propriétés antiparasitaires. Ces plantes peuvent influencer le comportement et le développement des arthropodes, offrant ainsi une alternative potentiellement moins nocive. Cependant, leur utilisation nécessite une attention particulière pour respecter les modes d'administration appropriés (**Deressa et al. 2022** et **Brava et al., 2023**).

C'est dans cette optique que le présent travail se concentre sur l'étude de l'effet acaricide de quatre extraits de plantes incluant le figuier de barbarie *Opuntia ficus-indica*, le marrube

Marrubium vulgare, la sauge *Salvia officinalis*, et la rue de jardin *Ruta graveolens* sur le parasite *Varroa destructor*.

Pour ce faire, notre étude est structurée en trois parties distinctes. La première partie propose une synthèse bibliographique sur l'abeille *Apis mellifera* et son parasite *Varroa destructor*, ainsi que sur les différentes plantes utilisées. La deuxième partie détaille le matériel et les méthodes utilisés en laboratoire pour mener cette recherche. Enfin, la troisième partie présente les résultats des essais en laboratoire évaluant l'efficacité de quatre extraits étudiés.

Chapitre I :
Synthèse bibliographique

PARTIE 01 : Généralité sur les abeilles domestique

1.1. Introduction

Le terme abeille dérive du mot latin « apis » qui signifie « mouche à miel » les abeilles font partie des insectes sociaux et il existe plus de 20000 espèces ayant un rôle crucial dans la pollinisation, la survie, la dissémination et l'évolution de 80% des plantes à fleurs (Vaissiere,2006).

Les abeilles ont fait leur apparition sur notre planète il y a environ 45 millions d'années bien avant l'avènement de l'humanité (Ruttner,1988). Elles se divisent en deux grandes catégories : les espèces sociales et les espèces solitaires. Les abeilles sociales vivent en colonies ; la plus célèbre étant l'abeille domestique *Apis mellifera*, également connue sous le nom d'abeille mellifique (Ruttner, 1988 ; et Clément,2011).

L'abeille mellifère est une espèce dont différentes variétés sont élevées pour la production du miel, du pollen, de la gelée royale, de propolis, de la cire et parfois même de venin. Parmi ces diverses variétés, la plus productive et la plus prisée et sans aucun doute la *ligustica* renommée à travers le monde sous le nom d'abeille italienne (Yahiaoui,2020).

1.2. Classification Systématique de l'abeille

Tableau 01 : classification de l'abeille (*Apis mellifera*) selon (Baguira2020)

Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Hymenoptera</i>
Famille	<i>Apidea</i>
Genre	<i>Apis</i>
Espèce	<i>Apis mellifera</i>
Sous-espèce	<i>A.m.intermissa</i> <i>A.m.sahariensis</i>

1.3. Morphologie de l'abeille

Le corps de l'abeille est divisé en plusieurs segments (figure1) on distingue facilement trois parties, caractéristique de la classe des insectes, composant de corps d'abeille : la tête, le thorax et l'abdomen. Elle comporte aussi le système circulatoire, le système nerveux, le système respiratoire et système digestif, un ensemble complexe qui assure leurs fonctions vitales.

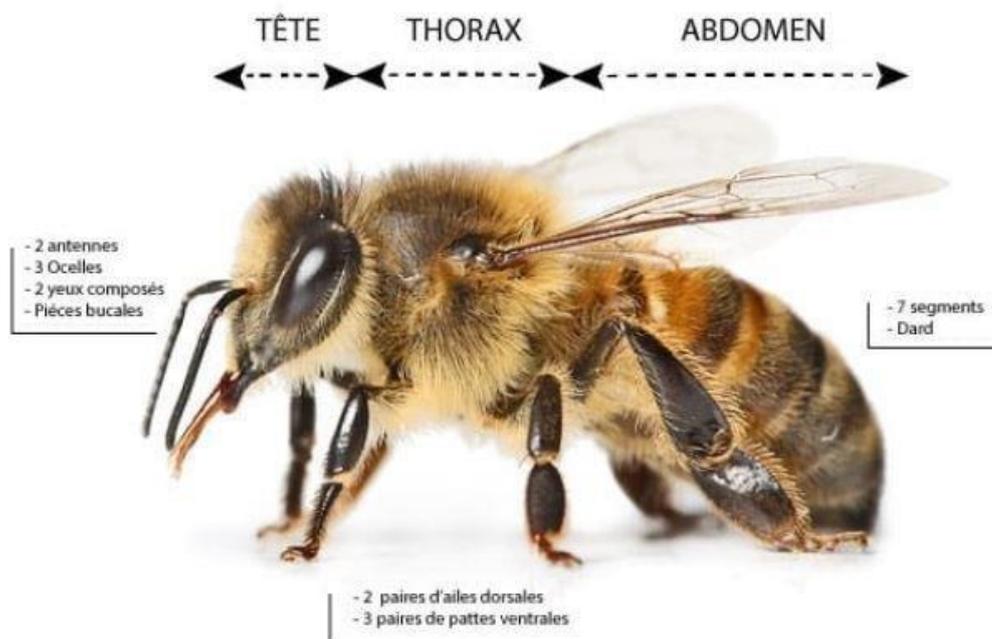


Figure 01 : Morphologie externe de l'abeille adulte (Hennebelle 2010).

- **La tête**

C'est une capsule ovoïde qui présente deux yeux particulièrement développés, placés de chaque côté de la tête, ainsi que les pièces buccales et les antennes qui assurent la communication. (Gustin, 2008 ; Clément, 2010 et Le conte, 2011).

- **Le thorax**

C'est la partie la plus dure du corps, il est divisé en trois segments dont le premier s'appelle le *propendium*. Chaque segment porte une paire de pattes, les deuxièmes et troisièmes 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 marche. Le thorax s'occupe également de fonctions plus spécialisées comme la collecte du pollen (Le conte, 2004 ; Biri, 2010 et Riondet, 2013).

- **L'abdomen**

C'est la partie la plus grosse de l'abeille on retrouve 7 anneaux qui peuvent s'allonger en fonction des besoins, ce qui permet de renforcer les systèmes respiratoires, circulatoires et digestifs ainsi que plusieurs glandes (Winston, 1993 ; Frères *et* Guillaume, 2011).

1.4. Les différentes races d'abeilles domestiques en Algérie et dans le monde

➤ En Algérie

Tableau 02 : Les espèces les plus courantes en Algérie.

Nom vernaculaire	Espèce	La région principale
Abeille tellienne intermissa	 <p><i>Apis Mellifera intermissa</i></p>	Selon Adam <i>et al.</i>, (2014) , elle se retrouve généralement au nord du Sahara Algérie.
Abeille saharienne	 <p><i>Apis sahariensis</i></p>	Selon Ruttner (1968) cette dernière se rencontre dans le sud du Maroc et en Algérie, plus précisément au sud-ouest de l'Algérie.

➤ **Dans le monde****Tableau 03** : les races d'abeilles les plus célèbres dans le monde

Nom vernaculaire	Espèce	La région principale
L'abeille noire	<i>Apis mellifera mellifera</i> ,	Elle est présente partout en France.
L'abeille italienne	<i>Apis mellifera ligustica</i>	Elle se retrouve dans la plupart des pays, elle est la plus populaire.
L'abeille Carniolienne	<i>Apis mellifera carnica</i>	Est d'origine du sud de l'Autriche et est très commune dans les alpes et la mer noire, notamment dans les zones urbaines.
L'abeille caucasienne	<i>Apis mellifera caucasica</i>	Elle se présente dans la plupart des pays producteurs de miel.

1.5. Composition et la structure de la colonie d'abeille

Dans une colonie d'abeilles domestiques, on trouve deux types d'abeilles femelles :

***Les reines**

***Les ouvrières**

***Le faux-bourdon.**

➤ **La Reine**

L'unique rôle de la reine est de garantir le renouvellement constant des membres de la colonie elle consacre tout son temps à la pollinisation, c'est elle qui donne naissance à toutes les abeilles de la ruche.

Dans des conditions optimales, elle peut produire jusqu'à 2000 œufs par jour, avec une taille de 18 à 20 mm, Selon **Wilson-Rich (2016)**, la reine pond un seul œuf dans chaque alvéole du Rayon et au bout de trois jours une larve éclot.

À la suite de sa fécondation elle a plusieurs accouplements avec les faux-bourdons (**Atmani et Merabet, 2018**).

Le cycle vital de la reine diffère de celui des autres castes essentiellement sur le plan de La durée, il peut atteindre quatre ou cinq ans ; cette longévité étant due au fait qu'elle soit Alimenté avec la gelée royale produite par les abeilles ouvrières.

Selon **Bacher et Merle (2016)**, la reine est la seule à produire une phéromone particulière, Qui contribue à donner une identité et une cohésion à la ruche.

➤ Les Ouvrières

Est responsable de la plupart des tâches nécessaires à la survie de la Colonie. Les ouvrières constituent la majorité de la colonie. Elles nettoient les cellules et Nourrissent les larves, d'abord les plus vieilles, puis les plus jeunes ; elles sécrètent la cire ; Elles veillent sur la reine notamment en la nourrissant. Elles commencent à réceptionner le Nectar qui sera transformé en miel vers l'âge de 10 à 12 jours ; elles rassemblent également le Pollen déposé au hasard par les butineuses dans les alvéoles. Au bout d'environ trois semaines, l'abeille ouvrière est apte à devenir butineuse.

D'après **Colin et Medori (1982)**, la durée de vie de l'ouvrière est variable suivant les Saisons, de quelques semaines quand elles sont très actives à six ou sept mois en hiver. Leur Longévité est aussi en fonction de l'importance de la miellée.

➤ Les Faux-bourdon

Le rôle principal des faux-bourdon est la fécondation de la reine, leur durée de vie n'est pas longue car ils meurent rapidement après l'accouplement (**Yahi, 2018**).

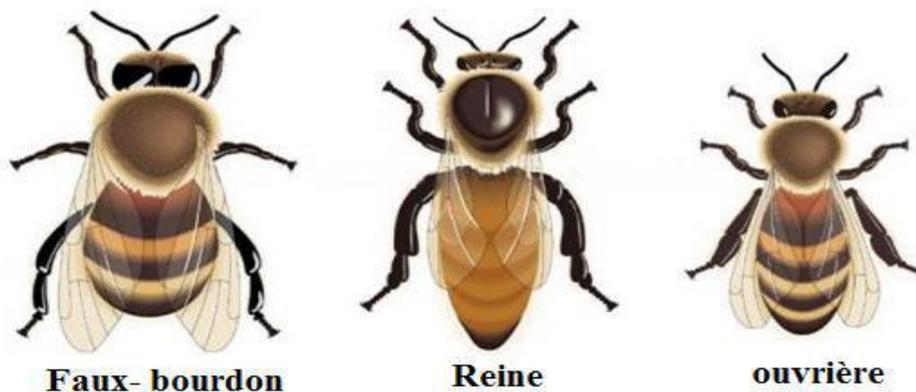


Figure 02 : schéma des trois castes d'abeille domestique (**Rasolofoarivao,2014**).

1.6. Le cycle de développement d'une colonie d'abeille

Les colonies ont un cycle de vie naturel annuel, le rythme de l'activité des abeilles est influencé par les saisons et la végétation présente dans le milieu.

Selon **Prost, (2005)**, une colonie traverse différentes périodes de vie active, alternant avec des périodes de vie ralenties.

Le cycle de vie de l'abeille domestique *Apis mellifera* se découpe en quatre phases ;

1.6.1. Phase de reproduction

La reine commence à pondre des œufs au fond de chaque cellule dans l'alvéole des ouvrières et des males après une période de fécondation de 2 à 5 jours (Prost 2005)

1.6.2. Phase d'essaimage

Durant cette phase, les colonies d'abeilles se développent et la ruche devient trop petite, les ouvrières nourrissent des larves avec de la gelée royale pour élever une nouvelle reine (Mackowiak, 2009).

Avant l'éclosion, l'ancienne reine quitte la ruche avec une partie des ouvrières pour former un essaim qui se regroupe en une grappe (Le conte, 2002 et Mackowik, 2009).

1.6.3. Phase de préparation à l'hivernage

Durant cette phase, la colonie se prépare pour prendre un repos hivernal, où les conditions environnementales deviennent défavorables, ce qui engendre donc la diminution de la taille de la colonie suite à l'élimination des mâles par les ouvrières (Guerriat, 2000).

1.6.4. Phase d'hivernage

Durant cette dernière phase, la population est réduite à partir des milliers d'ouvrières qui sont regroupées au centre de la ruche sous forme d'une boule dense, cette stratégie leur permet de maintenir une température de 34C° (Le Conte, 2002).

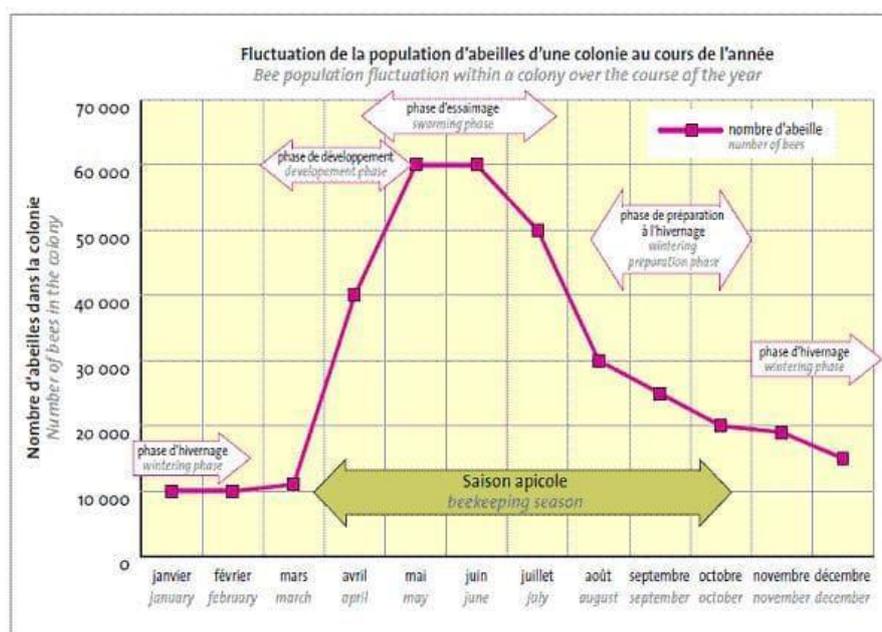


Figure 03 : Population théorique moyenne d'abeilles par ruche, selon la saison, en climat tempéré (Toma *et al.*, 2009).

1.7. Rôle écologique de l'abeille

Les abeilles contribuent à maintenir l'équilibre de la biosphère terrestre en recouvrant de multiples intérêts, tels que :

- Le maintien de la diversité génétique (**Anderson et al, 2011 ; Krupke et al ;2012**)
- La pollinisation de la majorité des plantes à fleur, ce qui représente de 65 à 95% des insectes pollinisateurs (**Gallai et al ; 2009 ; Rader et al ;2009 Mortiz et al ;2010**).
- La production du miel, cire, pollen, gelée royale, et propolis.

Les abeilles ont non seulement une importance économique mondiale, mais elles sont également une source inépuisable de bienfaits pour la santé humaine. Si les abeilles disparaissent, cela perturberait l'ensemble de l'écosystème et permettrait la disparition de nombreuses espèces (**Bogdanov, 2006**).

1.8. Les produits de la ruche

Il est communément admis que la plupart des abeilles produisent du miel, mais saviez-vous qu'elles nous fournissent également de la cire, du pollen, de la gelée royale, de la propolis et même de venin ? Ces sous-produits ont diverses utilisations et sont tous considérés comme bénéfiques.

- **Miel**

Le miel est une substance sucrée naturelle produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar floral et de miellat, qu'elles butinent et transforment avec des matières spécifiques (enzymes, etc.).

Le miel est consommé pendant le repos hivernal et apporte les glucides nécessaires à la survie des abeilles. En règle générale, la dernière récolte se réalise à la fin de l'été pour laisser la colonie compléter ses réserves pour se préparer à l'entrée en hivernage.

La composition du miel lui permet d'avoir des propriétés intéressantes notamment en médecine humaine : Propriété antiseptique, cicatrisante, antibactérienne et anti-inflammatoire. Le miel présente également une source alimentaire d'antioxydant, stimulante de la cicatrisation sanguine et riche en vitamines de groupe B, en minéraux et en oligo-éléments (**Bruneau, 2004**).



Figure 04 : photographie du miel récoltée (**original 2024**).

- **Pollen**

Le pollen, également connu sous le nom de pain d'abeilles, est l'aliment fécondant mâle d'une fleur, présent sur les anthères des étamines. Il représente la seule source de protéine de la colonie. Il est composé de 410% de glucides, 30% se protides et 5% de lipides, et apporte 320g de calories aux 100g. (**Hacene, 2017**).



Figure 05 : photographie représente une trappe à pollen (originale 2024).

- **Propolis**

Le trésor de la ruche, également connu sous le nom de propolis, est une substance résineuse, gommeuse, balsamique de couleur variable, collectée par les abeilles sur l'écorce et les bourgeons de certaines plantes au arbres (peuplier, sapin, pin) elle est utilisée en médecine traditionnel pour ces activité biologique et pharmacologique antioxydantes (**Valente *et al.*, 2011 ; Sauvager,2014**)



Figure 06 : photographie de la propolis récoltée à partir de la ruche (**original 2024**).

- **La cire**

La cire d'abeille est de couleur blanche qui évolue vers le jaune foncé avec l'âge. C'est une substance grasse produite par les quatre paires de glandes à cire situées sur la partie ventrale de l'abdomen des ouvrières âgées d'environ deux semaines. La cire est utilisée par les abeilles pour former les alvéoles de leur nid et les branches du couvain et du miel, tandis que l'homme l'utilise en cosmétologie en raison de ses propriétés bactériostatique et anti-inflammatoire. (**Prost et le Conte, 2005**).



Figure 07 : photographie de la cire d'abeille sur un cadre de corps du ruche (**original 2024**).

- **Gelée Royale**

La gelée royale est le résultat de la production des glandes hypopharyngiennes présentes dans la tête (la sécrétion du système glandulaire) des abeilles ouvrières. La gelée royale est un mélange naturel d'acides aminés essentiels, de vitamines (A, B, C, D, E) de sels minéraux et d'oligoéléments (calcium, fer, potassium, phosphore...).

C'est une substance blanchâtre à texture gélatineuse, acide et légèrement sucrée, fabriquée par les abeilles ouvrières et est la seule nourriture consommée par toutes les larves de 0 à 3 jours et la reine pendant toute sa durée de vie. **(Bakiri, 2018).**



Figure 08 : Gelée royale (Jean-François ;2016)

- **Venin**

Il est beaucoup moins connu que les autres produits de la ruche, Le venin d'abeille est produit par les glandes présentes à la partie postérieure de l'abdomen des ouvrières et de la reine. Il s'agit d'un liquide transparent d'une odeur intense et d'un goût âcre. Qui se retrouve dans le sac à venin relié à l'aiguillon piqueur. Les ouvrières utilisent leur aiguillon pour se défendre et défendre la colonie, La reine utilise son aiguillon uniquement contre une autre reine. Le venin possède une action remarquable sur le rhumatisme et autres pathologies **(Phillipis 2007 et Paterson, 2008).**



Figure 09 : Le dard de l'abeille se fige dans la peau élastique de l'homme (original 2024).

1.9. Principales maladies d'abeille

Diverses maladies causées par des organismes nuisibles peuvent avoir un impact sur l'abeille domestique et compromettre sa croissance ou la productivité des colonies.

En apiculture, il existe trois catégories de maladies :

- Celles atteignant le couvain : Loque américaine, Loque européenne.
- Celles touchant les abeilles adultes : Nosébose, Acariose, Maladies noire.
- Et les maladies de couvain et l'abeille : la varoase

Tableau 04 : Maladies de l'abeille domestique fréquemment rencontrées Pernal *et al* (2015) ; Boucher *et al.* (2011); Prevention of honeybee colony losses (2016).

Maladie	Maladies (Agent biotique Responsable)	Stade Touché De l'abeille	Description et impact sur la colonie
Maladie Bactériennes	Loque américaine <i>Paenibacillus larvae</i>	Couvain	Maladie du couvain la plus dévastatrice à l'échelle mondiale. Très contagieuse, Peut rapidement causer la perte des colonies d'un rucher.
	Loque Européenne <i>Melissococcus Pluton Paenibacillus alvei Enterococcus faecalis</i>	Couvain	Maladie contagieuse largement répandue. Cause généralement peu de dommages
Mycose	Couvain plâtré <i>Ascophæra apis</i>	Couvain	Généralement peu dommageable. Peut représenter un risque élevé pour les colonies affaiblies. Contamination avec de la nourriture larvaire contaminée.
	Nosémore <i>Nosema apis Nosema ceræna</i>	Adulte	Maladie infectieuse du système digestif de l'abeille. Largement répandue. Contamination par ingestion.
Maladie virales	Maladie des ailes déformées (Virus des ailes Déformées des adultes nouvellement émergées).	Tous les stades	Virus de l'abeille domestique le plus répandu dans le monde. Cause des malformations et la mort précoce
	Autres viroses (Virus du couvain Sacciforme, virus Israélien de la paralysie aiguë, virus de l'abeille De cachemire, etc.)	Tous les Stades	Actuellement, 24 virus de l'abeille ont été identifiés mondialement, dont une dizaine ont été retrouvés en Amérique du Nord ³ .
Parasite acariens	Varroa <i>Varroa destructor</i>	Couvain Et adulte	Problème sanitaire le plus important infectant les abeilles. Très contagieuse pouvant causer la perte de la colonie.
	Acariose Acarien des trachées (<i>Acarapis woodi</i>)	Adulte	Maladie parasitaire contagieuse affectant le système respiratoire des abeilles. Peut entraîner des dommages importants dans les colonies. Se transmet d'une abeille à l'autre, par contact direct.

PARTIE 02 : Généralités sur le varroa

2.1. Introduction

Le varroa (*varroa destructor*) est un ectoparasite ayant comme hôte d'origine l'abeille asiatique *Apis cerana*. Il fut découvert pour la première fois, en 1904, par l'entomologiste Edward Jacobosni sur l'île de Java. Puis Oudemans (acarologue hollandais) donna la première description de ce parasite et le nomma *varroa jacobosni* en hommage à son découvreur (Wendling, 2014).

En Algérie, le varroa *destructor* a été signalé pour la première fois en 1981, dans un rucher de la coopérative apicole d'Oum Théboul près d'el Kala. Cette parasitose avancerait de plus de 80 km par an et sa progression d'Est en Ouest s'est effectuée de façon systématique (Defavaux, 1984).

2.1. Systématique

Tableau 05 : Selon Anderson et Trueman (2000), le varroa appartient à la classification suivante :

Classification	Nom
Règne	Animal
Embranchement	Arthropodes
Classe	Arachnides
Ordre	Gamizida
Famille	Varroidae
Genre	Varroa
Espèce	<i>Varroa destructor</i>

2.3. Reproduction et Cycle de vie

La lutte contre le parasite varroa nécessite une connaissance approfondie de son cycle de reproduction (figure 1). Il a un cycle de vie étroitement lié à celui de l'abeille. Selon Fries (2005), il comporte deux phases :

- ✓ **La phase phorétique** qui est la période pendant laquelle le varroa quitte la cellule et entre dans une nouvelle cellule. Elle concerne l'abeille adulte où la reproduction se produit dans les cellules du couvain operculé, mâle et des ouvrières (Dieteman *et al*, 2013).

- ✓ **La phase de reproduction** de varroa s'étend de l'operculation à l'apparition de l'abeille. Selon **Ifantidis (1988)** la femelle fondatrice entre dans une cellule de couvain quelques heures avant l'operculation et se plonge dans la nourriture larvaire. Elle perce les téguments de la nymphe après l'operculation, y établissant un site de ponction d'hémolymphe, encourage son ovogenèse et commence sa ponte.

Toutes les femelles pondent 5 à 6 œufs, dont le premier se transforme en un mâle. À l'âge adulte, il se lie avec ses sœurs en fin de vie à l'émergence de l'abeille.

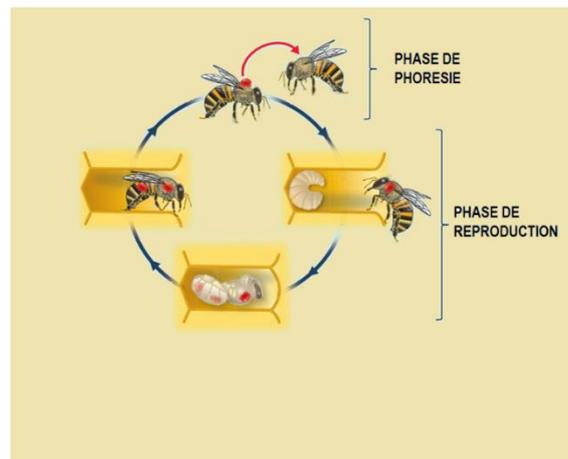


Figure 10 : Le cycle de vie du varroa (**Nazzi F et Le conte Y, 2016**).

2.4. Morphologie du *varroa*

Selon **Weindling (2012)**, le dimorphisme sexuel de *Varroa* est facilement identifiable à l'âge adulte, qu'il soit mâle ou femelle, et les stades immatures sont au nombre de 3 : L'œuf, La protonymphe et La deutonymphe.

➤ Formes immatures

1. Stade œuf

Les œufs de varroa sont d'un blanc pale de 0,5 mm de diamètre et la larve est enfermée dans la membrane de l'œuf, qui est grossièrement sphérique et qui mesure environ de 0,5 mm

2. Protonymphe

Les protonymphes sont développés à partir des larves, mesurent environ de 0,7 mm et étant blancs, elles se distinguent par la présence de 4 paires de pattes, dans ce type de stade, il est très difficile de distinguer entre le male et la femelle.

3. Deutonymphe

La femelle de deutonymphe présente à peu près la même forme et taille que l'adulte, mais elle est de couleur blanche. Les males ont également une apparence similaire à celle des adultes, mais ils sont plus petits et de forme globuleuse que la femelle. Au niveau de ce stade l'évolution s'étend sur une période de 1 à 2 jours.

➤ La femelle et le mâle adulte

La femelle adulte est la seule espèce qui parasite l'abeille adulte. Elle est de couleur claire et évolue vers un brun foncé. Elle présente une forme ellipsoïdale ventralement aplatie et dorsalement bombée avec un large bouclier couvert de poils. Elle a une longueur de 1,2 mm et une largeur de 1,7 mm, et elle pèse entre 0,32 et 0,48 mg. Le fait que la femelle ait huit pattes terminées par une ventouse placée latéralement démontre que la femelle est apte à parasiter (**Coineau et Fernandez, 2007 et Welding, 2014**).

Les males sont plus petits que les femelles et ont une forme ronde d'environ 1 mm de diamètre et une longueur de 0,75 à 1 mm, elle se caractérise par l'étirement des jambes vers l'avant, il existe uniquement dans les cellules germinales (les alvéoles de couvain) (**Rosenkay et al, 2010**). Selon **Wendling (2014)**, lorsque les jeunes abeilles éclosent, les males meurent de déshydratations car ils ne disposent pas de pièces buccales capables de pénétrer dans l'épiderme de l'abeille et de se nourrir.



Figure 11 : Morphologie de l'acarien *Varroa*.

2.5. Symptômes d'une varroase

Lorsque le problème d'acariens est faible dans la colonie, il n'y aura pas de conséquence néfaste ou de signes évidents et l'infestation passera sans doute inaperçue, cependant lorsque l'infestation est importante cela entraîne une diminution de la production du couvain et de butinage ainsi que l'effondrement de la colonie (**Charriere et al, 2012**).

D'après **Simenone (2004) et le Conte Navajas (2008)**, les signes les plus évidents d'une infestation dangereuse de varroa sont les suivants :

- Les abeilles présentent des ailes déformées, atrophiées ou dont la formation incomplète.
- Le couvain est irrégulier et dit « en mosaïque ».
- Réduction de la durée de vie conduit parfois à un arrêt de ponte.
- Mortalité importante des adultes en dehors de la ruche.
- Affaiblissement général de la colonie.

2.6. La lutte contre le varroa

Pour lutter contre le varroa, il est impératif d'examiner le couvain ainsi que les abeilles adultes afin de le dépister dans la colonie prise en considération. Différentes étapes peuvent être considérées :

- **Dépistage**

Il est essentiel de débiter la lutte contre le varroa en effectuant un dépistage pour identifier la présence ou l'absence du parasite, ainsi pour évaluer le taux et le niveau d'infestation dans certaines situations. Il existe différentes méthodes certaines nécessitant une bonne connaissance de la biologie du varroa et de l'abeille par l'apiculteur. L'objectif est d'évaluer la prévalence du parasitisme dans une colonie avant et après l'intervention **Robaux (1986) ; Devlin (2004) ; Simoneau (2004)**.

Parmi les méthodes utilisées

- **Inspection visuelle**

Après avoir ouvert la ruche, il est important d'observer attentivement les abeilles sur me cadre du couvain. On peut distinguer les varroas entre les segments abdominaux de l'abeille **Boucher (2004)**.

- **Examen du couvain**

Cette approche implique la collecte d'acariens présents dans les cellules du couvain operculé (male de préférence). Cette approche permet d'avoir une idée sur le taux d'infestation du couvain

- **Examen des abeilles**

Cette approche permet d'évaluer le niveau d'infestation des abeilles adultes. On procède en prélevant un échantillon d'abeilles (environ 200 abeilles), en les plongeant dans un récipient contenant de l'alcool à 70° à 80° ou de l'eau avec un détergent. Une fois bien agité, le varroa est tombé est compté. Leur proportion relative aux abeilles prélevées nous donne des informations de niveau d'infestation de la colonie (**Chapleau ,2006**).

- **La chute naturelle par pose des langes**

Il est possible d'évaluer la mortalité quotidienne de l'acarien en prévoyant des langes graissés recouvertes d'une grille sur les planchers de la ruche pendant quelques jours, cette méthode présente l'avantage de pouvoir collecter les varroas morts à tout moment de l'année **Colin (1982) ; Chapleau (2006)**.

2.7. Moyens de lutte contre le parasite

En absence de traitement efficace d'une colonie d'abeilles infestée par le varroa, cette colonie s'effondrera dans quelques années. De ce fait une fois qu'il est détecté dans un rucher, il est nécessaire de prendre des mesures pour restreindre la propagation du parasite et sauver au même temps les colonies touchées. Ces mesures utilisent généralement des substances chimiques et des techniques de lutte naturelle et biotechniques (**Fries *et al* 1994**).

- **Lutte chimique**

Depuis l'apparition du varroa, plusieurs molécules chimiques ont été mises en application dans plusieurs pays du monde. Les plus appliquées sont à la base de Fluvalinate (Apiston®), Klarton®), d'Amiraz (Apivar®), de fluméthrine (Bayvarol®) et de coumaphose (Perizin®).

L'utilisation unique et répétée d'une matière active a engendré le développement de résistances acquises par *V.destructor*. Ainsi, l'efficacité de la plupart des acaricides chimiques utilisés varie entre 60 à 95%. De plus, il a été constaté que certains résidus d'acaricides et certains métabolites issus de la dégradation de ces molécules s'accumulent dans la cire, et parfois même ils contaminent les produits de la ruche (**Le Conte *et* Faucon 2002**).

- **Lutte naturelle**

Le phénomène de résistance aux molécules chimiques a obligé les apiculteurs à s'orienter vers la lutte naturelle en se basant sur :

- **Application des acides organiques**

Des chercheurs se sont intéressés à étudier les effets acaricides de certains acides organiques, naturellement présents dans le miel.

- ✓ **Acide oxalique**

L'acide oxalique est un acide organique qui fait partie intégrante du miel, et qui a une grande efficacité sur l'acarien varroa. L'usage de l'acide oxalique a connu une augmentation ces dernières années avec des résultats satisfaisants. Toutefois, ce produit présente le risque d'endommager le couvain et est toxique pour l'homme et nécessite beaucoup de précautions lors de son application **Charrière et Imdorf., (2002) ; Ravazzi (2003)**.

- ✓ **Acide formique**

Les résultats du traitement par l'acide formique (CH_2O_2) sont indéniablement satisfaisants. Cependant, il présente des inconvénients importants, tel que : la difficulté d'administrer le produit et son utilisation fréquente au cours de l'année. Les risques d'endommager le couvain et la reine sont relativement faible **Ravazi (2003)**.

- ✓ **Acide lactique**

L'acide lactique, également connu sous le nom d'acide 2-hydroxypropanoïque, est une substance, à l'instar de l'acide oxalique peut être utilisée par dégouttement ou par pulvérisation sur les abeilles. Il est nécessaire de procéder au traitement pendant l'hiver lorsque la température ambiante dépasse 4°C . il est essentiel d'avoir un dosage précis car cela peut provoquer la mortalité des abeilles **Kraus et Berg (1994)**.

- ✓ **Application des huiles essentielle**

Les huiles essentielles et leurs composants présentent une option intéressante pour lutter contre le varroa en remplaçant les acaricides synthétiques. En générale, ils sont abordables et la majorité offrent peu de danger pour la santé et l'environnement. On trouve le thymol sous forme de cristaux, incolores à odeur aromatique. Après la récolte du miel, les colonies d'abeilles traitées avec des acaricides à base de thymol présenteront des résidus faibles et sans danger pour le miel **Imdrof et al (1999) ; Bogdanov (2006) ; Moussaoui et al (2014)**.

✓ **Lutte avec des champignons**

Les champignons ont été également étudiés afin d'évaluer leur efficacité dans la lutte contre cette parasitose au laboratoire. **Rodriguez et al (2009)** ont examiné l'action acaricide de deux champignons, à savoir *Beauveria bassiana* et *Metharhiziumanisopliae*. Ces champignons ont obtenu des résultats satisfaisants et prometteurs en tant qu'alternative de lutte.

✓ **Lutte biotechnique**

Certaines méthodes apicoles permettant de combattre les varroas peuvent être mises en œuvre par l'apiculteur lui-même. Ces techniques sont aujourd'hui de plus en plus étudiées à travers le monde. Elles se basent principalement sur une connaissance approfondie du cycle biologique du varroa d'une part et de celui de l'abeille d'autre. Parmi ces approches :

✓ **Le plateau grillagé**

La première action mécanique visant à limiter la croissance de la population de *V.destructor* consiste à fournir aux ruches un plateau grillagé avec un maillage suffisamment fin pour permettre au varroa de passer, mais pas aux abeilles (**Chapleau ,2003**).

✓ **Blocage de la ponte de la reine**

L'arrêt de la ponte de la reine perturbe et interrompt la prolifération des femelles varroa. Il est recommandé de restreindre la ponte de la reine sur un cadre, en 3 à 4 fois sur une période de 4 semaines et de supprimer ce couvain. Cette destruction détruit simultanément 80 à 95% des varroas présents dans la colonie (**Faucon 1992**).

✓ **Retrait du couvain de mâle**

Cette approche exploite l'attraction privilégiée des femelles varroa (fondatrices) à l'égard du couvain mâle. La méthode de base implique l'introduction d'un cadre du couvain mâle dans la colonie et son maintien jusqu'à l'operculation. Après avoir été operculé, il n'y a qu'à le retirer et le détruire. L'objectif de ce genre d'intervention est de limiter la croissance des populations de varroas au début de la saison apicole, ce qui réduit la pression d'infestation pendant l'été (**Charriere et al, (1998)**).

✓ **Formation de jeunes nucléus**

L'essaimage est également une méthode biotechnique efficace pour éliminer une partie importante des varroas de la colonie mère. En fait, lorsque l'on forme un jeune nucléus, la quantité de varroa n'est pas altérée, mais elle est répartie entre deux colonies, ce qui réduit le taux d'infestation des abeilles (**Charriere et al,1998**).

2.8. Impacts du *varroa* sur l'abeille domestique

Compte tenu de l'évolution récente de *Varroa*, il existe un déséquilibre entre l'acarien et *Apis mellifera*. Différentes incidences du parasitisme chez l'abeille sont mentionnées dans les écrits.

2.8.1. L'impact du *varroa* à l'échelle individuelle

Chez les abeilles adultes, le *varroa* est perçu comme une source de stress. Cet acarien entraîne de nombreuses alternatives en se nourrissant de l'hémolymphe et du corps gras des abeilles. Son impact est remarquable sur les systèmes physiques (diminution du poids des pupes), immunitaires (affaiblissement du système immunitaire et vulnérabilité aux agents pathogènes), physiologiques (sensibilité au stress hydrique, difficulté de se défendre contre certaines maladies...), et comportementaux (diminution de l'apprentissage et du sens de l'orientation, ce qui augmente la mortalité des butineuses et réduit les chances de retour à la ruche) **Bowen-walker et al., (2001) ; Kraj et al.,(2007) ;Rosenkrane al.,(2010) ;(Annoscia et al.,2012). Zaobidna E et al., (2017). Noel A et al., (2020) ; March, MG et al.,2019).**

2.8.2. L'impact socio-économique du *varroa*

Le parasite des abeilles ou *Varroa*, a un impact socio-économique important en affectant les apiculteurs, les agriculteurs et la société dans son ensemble.

- ✓ Pour les apiculteurs, le *varroa* peut entraîner des conséquences financières importantes en nécessitant des dépenses pour lutter contre le parasite et en entraînant une baisse de la production de miel.
- ✓ De plus, l'affaiblissement des populations d'abeilles peut avoir des conséquences sur la production agricole, avec une diminution des rendements et une détérioration de la qualité des cultures, ce qui pourrait entraîner des pertes économiques pour les agriculteurs et une hausse des prix des produits alimentaires pour les consommateurs.
- ✓ Le parasite *varroa* présente une menace pour les abeilles domestiques en causant des pertes de biodiversité et des nuisances environnementales. L'infestation peut entraîner une diminution des populations d'abeilles, perturbant ainsi les écosystèmes naturels et les chaînes alimentaires. En association avec des virus de l'abeille, le *varroa* aggrave encore son impact sur l'environnement.

PARTIE 03 : Généralité sur les plantes médicinales

3.1. Figuier de barbarie : *opuntia ficus-indica*

3.1.1. Origine et description du cactus

Le figuier de barbarie est originaire des zones arides et semi-arides du Mexique. Les graines fossiles datant du septième millénaire montrent l'utilisation alimentaire de l'espèce date l'époque préhistorique (**Boutakiout,2015**).

L'introduction du figuier de barbarie en Afrique du nord (Algérie, Tunisie, Maroc) remonte au 16ème siècle. Elle a rapidement étendu sa culture dans le bassin méditerranéen.

En Algérie, le figuier de barbarie est cultivé dans les hauts plateaux, à Batna, Biskra et tout particulièrement, en Kabylie.

3.1.2. Position systématique

La position systématique est donnée dans le tableau ci-dessous

Tableau 06 : La position systématique du figuier selon (**Benttaia,2017**)

Régne	<i>plantae</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Caryophyllales</i>
Famille	<i>cactaceae</i>
Genre	<i>Opuntia</i>
Sous genre	<i>platyopuntia</i>
Espèce	<i>Opuntia ficus- indica</i>
Nom commun	<i>Figuier de barbarie</i>
Nom kabyle	<i>Kermus</i>

3.1.3. La description botanique



Figure 12 : photo de *l'Opuntia ficus-indica* L (originale 2024)

Selon la classification botanique, le cactus ou cactacée est un végétal phanérogame appartenant au angiospermes, dicotylédones. Ce sont des arbustes ou des arbres vivaces xérophytes à tiges charnues, caliciflores. Les fleurs sont grandes et rotacées. Les fruits de ces fleurs son de taille important ovale ou allongée et charnue, avec une pulpe juteuse généralement contenant de nombreuses graines (polysémique). Le fruit varie en couleur et en forme selon la variété. (Belmiloud, 2013)

3.1.4. Composition chimique

Les différents organes de figuier de barbarie *Opuntia ficus-indica* : Cladode, fruit, fleurs comportent une importante teneur en eau, en oligo-éléments comme le magnésium, phosphore, calcium, cuivre et le potassium, ils représentent également une excellente source en protéines dont les acides aminés essentielles notamment la proline et la sérine.

Le figuier de barbarie présente une forte teneur en composés phénoliques associés à la prévention des métastases des cancers que ce soit au niveau des cladodes qu'au niveau des fruits.

3.1.5. Activité biologique

Tableau 06 : les utilisations du figuier de barbarie (Inglese P *et al*,1995)

Aire commerciale	Usage spécifique
Production alimentaire	Fruits, jus de fruits
Production des huile essentiel	L'huile extrait de la graine en des particularité cosmétique
Aliment de bétail	Fourrage cas de situation critique de sécheresse
Usage médicale	Fleur pour les diurétiques, Cladodes pour diabète, réguler la glycémie, prévenir les constipations (régulariser le transit intestinal).
Usage agronomique	Fixation du sol, source d'eau complémentaire, brise-vent
Colorant	Colorant d'aliment qui ne requiert pas de traitement thermique tel que les glaces alimentaires, les yaourt
Cosmétique	Cladodes utilisé dans la fabrication des shampoings, le bouilli des fleurs séchée utilisé comme anti ride naturelle

3.1.6. La figue de barbarie en apiculture

Le cactus est une plante qui fleurit abondamment et dont le cycle de floraison varie de 3 à 6 mois en fonction de la région et de la variété. Elle a une floraison abondante, attirant les abeilles par ses grandes fleurs jaunes, son pollen abondant et son nectar (**Arab, 2009**).



Figure 13 : la fleur du cactus (photo original 2024).

3.2. La sauge officinale : *salvia officinalis*

3.2.1. Répartition géographique

La sauge, *Salvia officinalis* est une plante annuelle et biannuelle d'origine méditerranéenne de la famille des lamiacées, elle pousse spontanément à l'état sauvage dans différentes aires géographiques sur les collines sèches ensoleillées. On la trouve dans les clairières, les bois, les broussailles, les pâturages, les steppes, les plaines, les hauts plateaux et les montagnes jusqu'à 2500 m d'altitude. Il se distingue par une vaste zone de répartition, principalement dans la Yougoslavie, la Bulgarie, la France, l'Italie, l'Inde, l'Espagne, la Turquie, le Maroc et la Grèce, ainsi que dans les pays du pourtour méditerranéen (Jedidi *et al*, 2018).

3.2.2. Taxonomie

Tableau 07 : classification botanique de la plante *S. officinalis*

Cronquist, (1968) ; Ristic *et al*, (1999) Altindal(a) *et* Altindal(b) ; (2016).

Règne	<i>plantae</i>
Sous règne	<i>trachcobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Dicotylédone</i>
Ordre	<i>Lamiales</i>
Famille	<i>Lamiaceae</i>
Genre	<i>Salvia</i>
Espèces	<i>Salvia officinalis</i> L.
Nom communs	<i>Sauge officinalis</i>
Nom kabyle	<i>Agurim</i>

3.2.3. Description botanique



Figure 14 : Aspect de *Salvia officinalis* L (original 2024)

La sauge est un sous arbrisseau à racine brunâtre, fibreuse qui apprécie les sols bien drainés et ensoleillés. La tige mesure entre 50 et 80cm est très ramifiée, formant un buisson avec des rameaux vert-blanchâtre parfois dépassant 80cm. Les feuilles assez grandes, épaisses, d'une couleur vert blanchâtre, opposées. Les fleurs bleu-violacé, nettement bilabiées, sont groupées par trois en faux verticilles au sommet des rameaux **Bruneton, (2009) ; Madi, (2010) ; Pauline, (2011) ; Bouaouina et al, (2017).**

3.2.4. Composition chimique

La sauge contient 5% de tanins, 5,5% de résine, 6% de gomme du mucilage, des acides phosphoriques oxaliques, des nitrates, 9% de pentosane, des traces d'aparagone et de 1,5 à 2,5 d'huiles essentielles dite huile de sauge, renfermant de la thuyone, du cinéole, du camphre des terpènes salive et pirosalive **(Ryberg,1991).**

3.3.5. Utilisation

Tableau 08 : les utilisations de la sauge selon **Fellah et al, (2006).**

Domaine	Usage spécifique
Domaine phytothérapie	Soulager les digestions difficiles, la transpiration excessive.
Domaine pharmaceutique	Utilisation de l'huile essentielle pour les douleurs musculaires et articulaires, rhumatismes.
Domaine agroalimentaire	Les feuilles séchées sont utilisées comme épice pour parfumer divers plats Les feuilles peuvent être infusées pour faire des tisanes aromatiques.
Domaine médicale	Utilisée comme : antitumoral, anti inflammatoire, antiviral, antibactérien.
Domaine biologique	Source de fer, vitamines K (cette vitamine nécessaire, entre autres, à la coagulation du sang)
Domaine cosmétique	Crème et lotion tonique pour le visage, soins capillaires, son essence est un excellent fixateur de parfum.

3.3. Le marrube : *Marrubium vulgare*

3.3.1. Généralité

Le Marrube blanc (*Marrubium vulgare L*) est une espèce très répandue dans le bassin méditerranéen (**Djahra et al. 2013**). C'est une plante appartenant à la famille de lamiacée et compte plus de 30 espèces de fleurs différentes (**Bahammou et al. 2019**), connue pour ses vertus médicinales et thérapeutiques, très intéressantes vu les activités pharmacologiques des composés phytochimiques présents dans ses extraits biologiques (**Boutabia et al. 2020**)

3.3.2. Classification

Tableau 09 : la classification de marrube blanc Selon **Bock (2013)**

Règne	<i>Plantae.</i>
Embranchement	Spermaphytes.
Classe	Magnolipsides.
Ordre	Lamiales.
Famille	Lamiacées.
Genre	Marrubium.
Espèce	<i>Marrubium vulgare L.</i>
Nom kabyle	<i>Marouyethe</i>

3.3.3. Description botanique du *marrubium*

Le Marrube est un mot hébreu qui signifie "mar", "rob", "suc amer". Il s'agit d'une plante vivace herbacée à tiges épaisses, quadrangulaires pouvant atteindre une hauteur de 30 à 80 cm. Elle est caractérisée par une odeur forte, désagréable, légèrement musquée, avec une saveur à la fois chaude et amère (**Bruneton, 2009 ; Bouterfes et al., 2013**).

3.3.4. Description géographique

Le marrube blanc se développe dans presque toute l'Europe, en particulier dans les régions méditerranéennes, dans le centre et le sud-ouest de l'Asie, dans le nord de l'Afrique et en Algérie (Abadi *et Hassani*, 2013 ; Bouterfas *et al.*, 2014). La distribution de cette espèce se fait dans des zones incultes, des terrains vagues, des prairies chaudes et sèches et généralement sur des sols calcaires.



Figure 15 : *Marrubium vulgare* (Photo originale 2024).

3.3.5. Composition chimique du *marrubium*

Le marrube blanc est composé de terpènes, d'huiles essentielles, d'alcaloïdes et de composés phénoliques tels que les flavonoïdes ainsi que de glucosides et de lactates (Elberry *et al.*, (2011) ; Sahaz *et al* (2001) ; Pukalskas *et al.* (2012).

3.3.6. Activités biologiques

Tableau 10 : Les différents activités biologiques de *Marrubium vulgare*

Activité	Usage spécifique
Activité antibactérienne (Cushnie <i>et al.</i> , 2011).	L'extrait méthanoïque de la plante présente une activité anti- <i>Helicobacter pylori</i> importante en raison de la présence de quercétine, un flavonoïde qui inhibe l'enzyme uréase de la bactérie. D'autres extraits de la plante ont également montré un effet inhibiteur efficace contre <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , l'agent causatif de la tuberculose.
Activité Anti-inflammatoire Hseini <i>et Kahouadji</i> (2007)	Cette plante est employée pour soulager les symptômes de la toux et lors des affections bronchiques aiguës et bénignes. Elle a également une action bénéfique sur l'asthme.

3.4. Rue des jardins : *Ruta graveolens*

3.4.1. Generalité

On la nomme couramment rue fétide, rue officinale, herbe de grâce, rue des jardins ou rue commune. Le terme *graveolens* provient du latin 'gravis' qui signifie "fort" et du verbe "olere" qui signifie "ressentir", ce qui signifie une odeur forte et désagréable (**Doerper, 2008 ; Boumediene & Agha, 2014**)



Figure 16 : *Ruta graveolens* photo (**originale 2024**).

3.4.2. La Description botanique

Ruta graveolens est une plante vivace semi-ligneuse qui mesure entre 0,6 et 0,9 m de haut et presque aussi large. Elle possède des feuilles persistantes qui présentent une forme oblongue ou une forme de cuillère segmentée. Cette plante est extrêmement ramifiée.

Les huiles présentes dans les poches schizolysogènes à la surface des feuilles de *R. graveolens* dégagent une odeur intense, acre et pénétrante.

Les fleurs sont de petite taille et d'un jaune pâle et présentent les mêmes nombres de sépales et de pétales, allant de 4 à 5, ainsi que de 8-10 étamines (**Doerper, 2008 ; Asgarpanah, 2012 et Malik et al., 2017**).

Les fruits sont secs, durs et arrondis, avec 4 ou 5 lobes au sommet d'un brun grisâtre et rugueux, les graines sont de forme ovoïde, arrondies sur le dos et aplaties en avant (**Parray et al., 2012**). La plante est à la fois hermaphrodite et entomogame (**Doerper, 2008**).

3.4.3. Classification

Tableau 11 : La position systématique de *Ruta graveolens* selon le scientifique **Linné 1753** est la suivante :

Règne	<i>plantae</i>
Classe	Equisetopsida.
Ordre	Sapinales
Famille	Rutaceae.
Genre	<i>Ruta</i>
Espèce	<i>Ruta graveolens</i>
Nom kabyle	<i>Awermi</i>

3.4.4. Composition chimique du *Ruta graveolens*

La rue du jardin contient de nombreux éléments chimiques de diverses classes : alcaloïdes, coumarines, flavonoïdes et une huile essentielle. Plus de 100 composés ont été identifiés par les chercheurs dans *Ruta graveolens*.

Selon **Belaid et Bellil (2017)**, la nature et les concentrations de ces composés varient considérablement en fonction de l'espèce, du stade de développement et de la répartition géographique.

3.4.5. Activités biologiques

Tableau 12 : les différentes activités biologiques du *Ruta graveolens*

Activité	Usage spécifique
Médicale (Iserin de 2001)	Elle est utilisée en Europe pour traiter des maladies tel que l'hystérie, l'épilepsie, le vertige, la colique, les parasites intestinaux, l'empoisonnement et les maladies oculaires. Dans cette dernière situation, la rue est utilisée en tant qu'infusion, que l'on applique sur les yeux cernés ou fatigués, mais aussi pour « améliorer la vision ».
Activité anticancéreuse Mancuso et al. (2015),	Les extraits de rue possèdent une activité anticancéreuse puissante, qui se traduit par des effets antiprolifératifs et anti-survie sur les cellules cancéreuses.
Alimentaire (Mancuso et al.,2015)	Dans le domaine de la gastronomie, la rue est employée en raison de son arôme piquant caractéristique et de son goût très amer de ses parties aériennes, principalement pour aromatiser certaines préparations de viande et d'œufs, ainsi que pour préparer une boisson alcoolisée traditionnelle (grappa alla ruta) très prisée dans le nord de l'Italie et en Croatie.

Chapitre II :
Matériels et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude et période d'échantillonnage

Notre échantillonnage a été réalisé au niveau de la station d'El Kseur (sens unique) qui se situe à 25km au sud-ouest de la wilaya de Bejaia au nord de l'Algérie, elle s'étend entre El kseur et Oued Ghir.

La station est composée d'environ 20 ruche non traiter avec Anti-varroa chaque ruche contient de six à huit cadres, le climat est tempéré et humide avec un hiver doux. Le rucher comporte cinq ruches installées dans un verger qui comporte une variation d'espèces végétales. La période d'expérimentation s'étale du mois de mars jusqu'au mois de mai 2024.



Figure 17 : Localisation du rucher (**Photo originale**)

2. Critères de choix du site d'étude

Les ruches utilisées dans la présente étude répondent à certains critères de sélection tel que :

- Facilité à accéder.
- Présence d'une végétation abondante et d'un climat favorable.
- Infestation plus ou moins abondante des abeilles par le *varroa*.

3. Matériel de prélèvement des échantillons sur terrain

3.1. Matériel animal

➤ Les abeilles

Nous avons travaillé sur 5 colonies d'abeilles sp cette espèce est caractérisée par :

- ✓ Présence de nervosité.
- ✓ Forte vitalité et fécondité.
- ✓ Forte accessibilité aux maladies du couvain.

- Le parasite *Varroa destructor* récolter à partir d'un couvain infesté.

3.2. Matériel végétal

Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé quatre extraits issus de différentes plantes à savoir :

Tableau 13 : les différentes plantes utilisées et leurs origines ainsi que les parties exploitées.

N°	Espèce étudiée	Origine (Site de cueillette)	Parties de la plante utilisées
1	Figuier de babarie (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	El kseur	Fleurs
2	La sauge officinale (<i>Salvia officinalis</i>)	El kseur	Feuilles
3	Le marrube (<i>Marrubium vulgare</i>)	El kseur	Feuilles
4	Rue officinale (<i>Ruta graveolens</i>)	El kseur	Feuilles

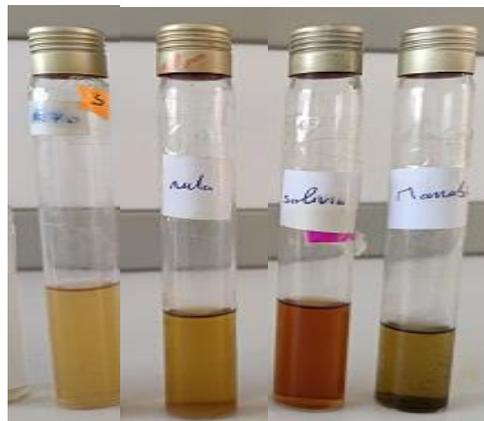


Figure 18 : Les extraits utilisés

3.3. Méthode d'obtention des extraits

Les extraits utilisés ont été obtenus par la méthode de macération. Cette dernière est un processus qui consiste à laisser tremper une quantité spécifique de plantes séchées ou fraîches dans un liquide (eau, alcool, huile) pendant une période de 12 à 18 heures pour les parties les plus délicates (fleurs et feuilles) et de 18 à 24 heures pour les parties solides, puis de laisser à

température ambiante. Il est important de bien filtrer le mélange avant l'utilisation (**Khetouta, 1987 ; Stary, 1992**).

- **Condition d'application** : un gramme d'échantillon dans 20ml d'éthanol (50%) pendant 20 minutes à l'abri de la lumière, puis filtration avec du papier filtre et élimination des débris.

3.4. Matériels apicoles

- **Combinaison apicole** : la combinaison assure une bonne protection car elle empêche les abeilles de pénétrer à travers les vêtements ordinaires.
- **Gants de protection** : servent à protéger l'apiculture des piqûres d'abeille.
- **Lève-cadre** : utilisé pour décoller les cadres qui sont fixés à la paroi par la propolis et la cire
- **Enfumeur** : utilisé pour calmer les abeilles et réduire leur agressivité.
- **La brosse** : pour détacher les abeilles du cadre.
- **Les ruches** : cinq ruches infestées ont été utilisées pour l'échantillonnage.



Figure 19 : matériels utilisés pour le prélèvement sur terrain. **A** : Les ruches ; **B** : Enfumeur à droite, la brosse au centre et le lève cadre à gauche ; **C** : Combinaison apicole, **D**: les gants.

3.5. Matériels utilisés au laboratoire

Pour réaliser notre expérimentation nous avons utilisé le matériel suivant :

- Bocaux en plastique.
- Pinceaux utilisés pour le prélèvement du varroa.
- Boîtes de pétri utilisée pour collecter le varroa prélevé des nymphes.
- Micropipettes : de 100 à 1000 μ l pour le pipetage des extraits.



Figure 20 : matériels utilisés lors des manipulations.

4. Méthodes d'échantillonnage des abeilles

Après avoir bien enfumé la ruche, nous l'avons ouverte afin de prélever deux à trois cadres pleins d'abeilles et les secouer dans une grande boîte en plastique. Les abeilles prélevées ont été transportées au laboratoire.

4.1. Traitement des échantillons

Le traitement des échantillons a été réalisé au niveau du laboratoire de science de la vie et de la nature de l'université Abderrahmane Mira de Bejaia, Campus El Kseur.

- Au laboratoire, les abeilles ont été réparties dans 14 boîtes avec dix abeilles par boîte, répétées deux fois ;
- Ensuite, des sachets contenant du sirop ont été placés dans chaque boîte ;
- Après cela, différentes doses d'extraits ont été préparées à diverses concentrations (0,5 mg/ml, 1 mg/ml et 2 mg/ml).

*Pour préparer une solution à concentration de [500 μ l]

- Nous avons dilué les extraits en utilisant des volumes d'eau distillée de 495 μ L, 490 μ L et 480 μ L respectivement, avec des volumes d'extrait de 5 μ L, 10 μ L et 20 μ L.

4.2. Contrôle et validation des expériences

Nous avons réalisé plusieurs groupes témoins afin de mesurer le taux de mortalité des abeilles traitées :

Témoin 1(T1) : Un traitement commercial anti-varroa sous forme de crème. À l'aide d'une spatule, nous avons appliqué une petite quantité de cette crème sur la paroi de la boîte.



Figure 21 : Traitement anti-varroa utilisée comme témoin.

Témoin2 (T2) : Eau distiller H2O.

Témoin3 (T3) : De l'éthanol dilué à 50 % en utilisant 500 μ L de ce solvant.

Pour appliquer les volumes de ces extraits, nous avons utilisé les trois méthodes les plus couramment connues, à savoir

- **La méthode papier :** Au fond de chaque boîte, des disques en papier ont été placés. Ensuite, à l'aide d'une micropipette, un volume de 0,5 ml de solution correspondant à chaque concentration a été ajouté. Enfin, à l'aide d'une pince, un nombre de dix abeilles a été réparti dans chaque boîte.



Figure 22 : méthode de traitement papier.

- **Dégouttement** : Un volume de 0,5ml de chaque solution préparée a été versé à l'aide d'une micropipette, à travers les trous du couvercle de la boîte contenant dix abeilles.



Figure 23 : méthode de traitement par dégouttement.

- **Pulvérisation** : Après avoir réparti 10 abeilles dans chaque boîte, nous avons placé 0,5ml de la solution préparée dans les flocons avec une buse. Ensuite, en ouvrant légèrement les côtés des boîtes pour empêcher les abeilles de sortir, nous avons pulvérisé le contenu.

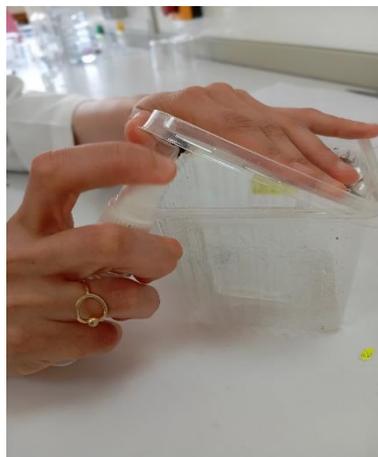


Figure 24 : méthode de traitement par pulvérisation.

Les boîtes préparées ont été placées dans une étuve réglée à 30°C avec une humidité contrôlée pour créer un environnement favorable aux abeilles. Nous avons ensuite évalué le taux de toxicité des extraits sur les abeilles après 1 heure, 2 heures, 24 heures et 48 heures.



Figure 25 : photographie des boîtes préparées à l'intérieur de l'étuve à 30°C.

5. Méthode d'échantillonnage du varroa

➤ Première méthode

La méthode d'échantillonnage des parasites varroas se résume comme suit :

1. Après avoir enfumé la ruche pour calmer les abeilles, nous l'avons ouverte.
2. Nous avons sélectionné un cadre de couvain operculé infesté par le varroa.
3. Cette étape a été répétée dans d'autres ruches jusqu'à ce que nous obtenions un nombre suffisant d'échantillons de couvain.
4. Les échantillons de couvain ont été transportés au laboratoire.
5. À l'aide d'une pince, nous avons ouvert les alvéoles du couvain operculé pour prélever les varroas présents ou fixés sur les abeilles.
6. Nous avons placé ces varroas dans des boîtes, cinq parasites par boîte.
7. Pour observer le mouvement de ces parasites, nous avons utilisé une loupe.

➤ Deuxième méthode

La méthode du lavage au sucre glace est une procédure simple à lecture, rapide consiste à déterminer le nombre de varroas phorétiques sur un échantillon d'abeilles.

1. Préparer un contenant gradué à 15g de sucre glace.
2. Choisir un cadre avec les larves.
3. Vérifier l'absence de la reine.
4. On prélève une quantité équivalente de 300 abeilles.
5. Verser les abeilles dans le pot.
6. Ajouter 15g de sucre glace.
7. Fermer le pot avec couvercle grillagé puis en faisant rouler le pot sur lui-même pendant une minute, le sucre est reparti sur les abeilles, après on renverse le pot dans un sachet de congélation pour mettre en évidence les varroas.
8. Pour s'assurer de ne pas laisser de varroa, on renouvelle cette opération avec une petite quantité de sucre glace environ 5g en mélangeant pendant 30 secondes.
9. Libérer les abeilles.
10. Ajouter quelques gouttes d'eau, le sucre glace se dissout laissant apparaître les varroas.
11. Récupérer les parasites.

5.1. Etude de l'effet des différents extraits sur le varroa

- Étant donné le faible taux de mortalité observé chez les abeilles traitées par les quatre extraits en utilisant la méthode contact, nous avons également décidé de tester ces extraits sur le parasite en utilisant la même méthode.

5.1.1. Préparation des échantillons

Nous avons utilisé la méthode de contact avec les mêmes concentrations des extraits utilisées pour tester la toxicité chez les abeilles (0,5 mg/ml, 1 mg/ml et 2 mg/ml), ainsi que deux standards utilisés comme témoins (acide gallique et quercétine). Chaque condition expérimentale a été répétée deux fois pour assurer la fiabilité des résultats.

5.1.2 Conditionnement dans l'étuve

Nous avons varié la durée d'exposition des échantillons au varroa, en testant des périodes de 1 heure, 2 heures, 3 heures et 4 heures. Cette variation nous a permis d'évaluer l'effet de chaque extrait sur le taux de mortalité du varroa au fil du temps.

5.1.3. Évaluation du taux de mortalité

À la fin de chaque période d'exposition, nous avons compté et enregistré le nombre de varroas morts. Cela nous a permis de calculer le taux de mortalité sous l'effet de chaque extrait à chaque dose testée.

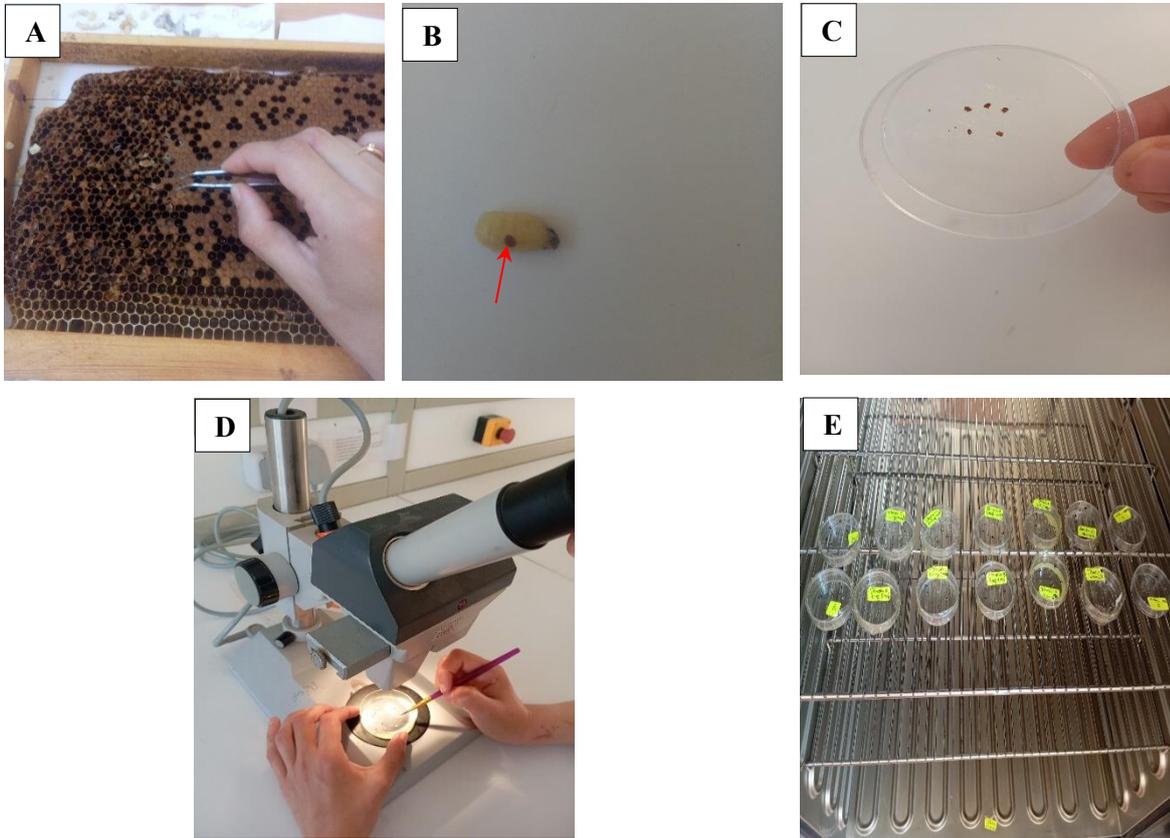


Figure 26 : photo décrivant les différentes étapes de la manipulation du varroa.

A : Ouverture des alvéoles du couvain operculé et prélèvement des varroas ; **B** : Varroa fixé sur une abeille (flèche rouge) ; **C** : Boîte contenant cinq spécimens de varroa ; **D** : Observation des parasites sous loupe binoculaire ; **E** : l'ensemble de boîtes contenant des spécimens de varroa placées dans l'étuve.

6. Degré d'efficacité des quatre extraits utilisés sur le varroa

L'efficacité des différents extraits utilisés dans la présente étude contre le varroa a été calculé selon (Rasool.k *et al.* 2017) à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Efficacité}(\%) = \frac{\text{nombre d'acariens mort de le groupe de traitement} - \text{le nombre d'acariens mort de le groupe de témoin}}{\text{nombre d'acariens mort de le groupe de traitement}} \times 100$$

6.1 Analyse statistique des données

Les résultats des taux de mortalité chez l'abeille *A. mellifera* et son parasite *V.destructor*, de la présente étude ont été soumis à une analyse statistique qui est l'analyse de la variance (ANOVA) à un seul facteur et à deux facteurs (Concentrations, méthodes utilisées et durée d'exposition aux différents extraits), au risque d'erreur de 5% en utilisant le logiciel Microsoft Excel, 2013 (version 15.0). Si la probabilité :

- ✓ $P > 0,05$ la différence est non significative.
- ✓ $0,01 < P \leq 0,05$ il y a une différence significative.
- ✓ $0,001 \leq P \leq 0,01$ il y a une différence hautement significative.
- ✓ $P \leq 0,001$ il y a une différence très hautement significative.

Chapitre III :
Résultats et discussion

1. Effet de la concentration et de la méthode d'exposition des abeilles aux extraits de plantes

1.1. Le marrube : *Marrubium vulgare*

La figure 27 présente l'évaluation de la mortalité des abeilles *A.mellifera*, après 48 heures, en fonction des concentrations et des méthodes d'exposition à l'extrait de marrube.

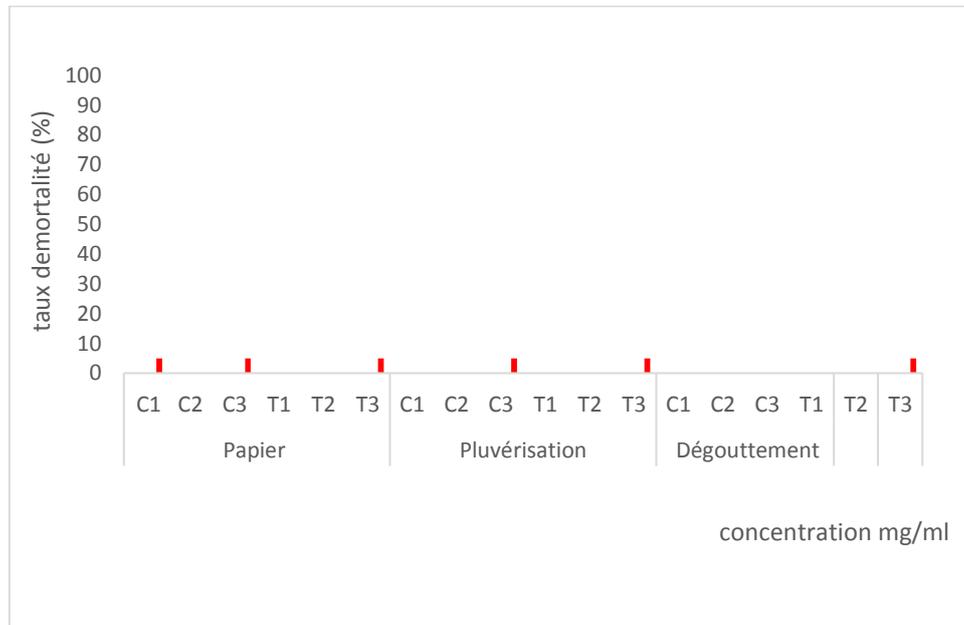


Figure 27 : taux de mortalité en fonction des concentrations et des méthodes d'exposition des abeilles à l'extrait du marrube

D'après la figure 27, nous constatons que l'extrait de marrube induit une très faible mortalité chez les abeilles après une exposition de 48 heures selon différentes méthodes et concentrations :

- Pour la concentration C1= 0,5mg/ml, la méthode utilisant du papier montre un taux de mortalité de 5%, tandis qu'aucune mortalité n'a été enregistrée pour les deux autres méthodes.
- Pour la concentration C2 = 1mg/ml, le taux de mortalité est de 0% pour toutes les méthodes.
- Concernant la concentration C3= 2mg/ml, une faible mortalité de 5% a été enregistrée avec la méthode utilisant du papier et la méthode de pulvérisation, tandis qu'aucune mortalité n'a été observée avec la méthode dégouttement.
- Pour les témoins, T1 (anti-varroa) et T2 (H2O), aucune mortalité des abeilles n'a été observée. En revanche, avec l'éthanol, nous avons constaté un taux de mortalité équivalent de 5% indépendamment de la méthode utilisée.

L'analyse de la variance à un seul critère de classification montre une différence non significative ($P=0,08$ (méthode papier), $P=0,2$ (méthode pulvérisation) et $P=0,08$ (méthode dégouttement) pour le facteur concentration pour l'extrait marrube (Tableau 1,2, 3 : annexe).

Selon les résultats obtenus, la méthode de dégouttement semble être la meilleure pour tester l'effet du *M. Vulgare* sur les abeilles, car aucune mortalité n'a été observée quelle que soit la concentration utilisée (0,5 mg/ml, 1 mg/ml et 2 mg/ml).

1.2. La rue officinale : *Ruta graveolens*

La figure 28 présente l'évaluation des taux de mortalité des abeilles *A.mellifera*, après 48 heures, en fonction des concentrations et des méthodes d'exposition à l'extrait de la rue officinale.

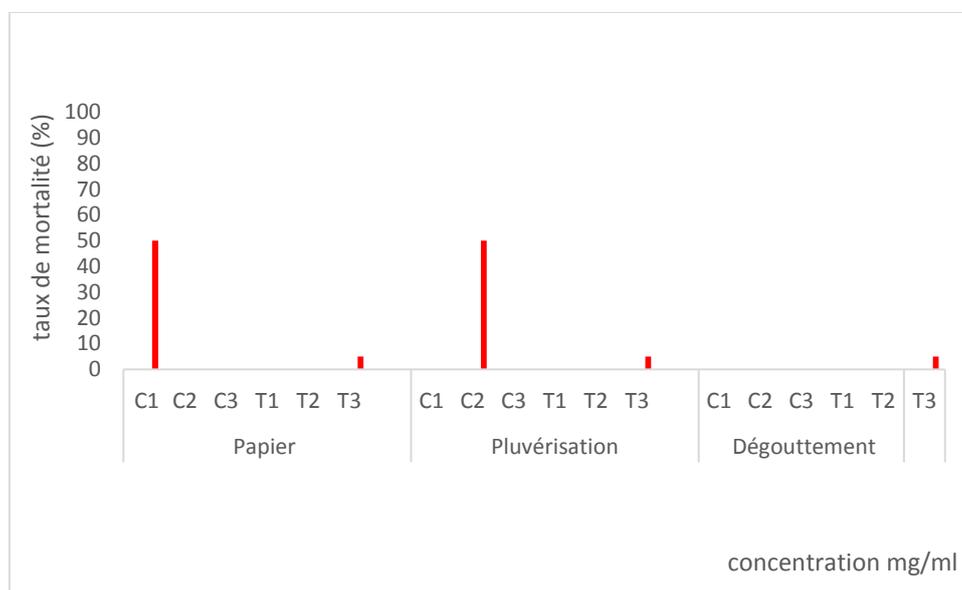


Figure 28 : Taux de mortalité en fonction des concentrations et des méthodes d'exposition des abeilles à l'extrait de la rue officinale.

D'après la figure 28, nous observons que l'extrait de rue officinale entraîne une mortalité significative des abeilles après 48 heures pour quelques méthodes et concentrations :

- Pour la concentration C1, l'extrait de rue officinale induit une mortalité de 50% avec la méthode utilisant du papier, tandis qu'aucune mortalité n'a été observée avec les méthodes de pulvérisation et de dégouttement.
- La C2 pour la méthode de papier et par dégouttement aucune mortalité marqué par contre pour la méthode de pulvérisation la mortalité est de 50%.
- Pour la concentration C3, l'extrait de rue officinale n'entraîne pas de mortalité chez les abeilles, quelle que soit la méthode d'exposition utilisée.

- Pour les témoins, T1 (anti-varroa) et T2 (H₂O), aucune mortalité des abeilles n'a été observée. En revanche, avec l'éthanol, nous avons constaté un taux de mortalité équivalent de 5% indépendamment de la méthode utilisée.

L'analyse de la variance à un seul critère de classification montre une différence non significative au seuil de 0,05 ($P=0,11$ (méthode papier), $P=0,37$ (méthode pulvérisation) et $P=0,19$ (méthode par dégouttement) pour le facteur concentration pour l'extrait rue officinale (Tableau 4, 5, 6 : annexe).

D'après la comparaison des résultats des différentes méthodes utilisées, nous pouvons conclure que les résultats obtenus avec la méthode par dégouttement sont prometteurs, car aucune mortalité significative n'a été observée quelle que soit la concentration testée.

1.4. Fleur de figuier de barbarie : *Opuntica ficus-indica*

L'évaluation des taux de mortalité des abeilles *A.mellifera* sous l'effet la concentration et la méthode d'exposition à l'extrait de la fleur de figuier de barbarie après 48h est présentée dans la figure 29.

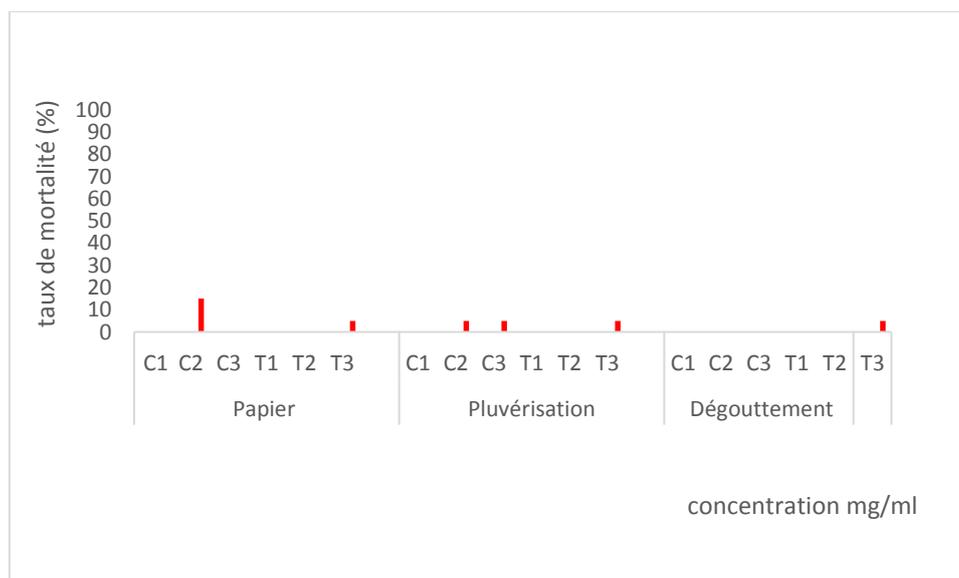


Figure 29 : Taux de mortalité en fonction des concentrations et des méthodes d'exposition des abeilles à l'extrait de la fleur de figuier de barbarie

Après 48 heures d'exposition à l'extrait de fleur de figuier de barbarie, les taux de mortalité enregistrés sont relativement faibles pour toutes les doses et méthodes utilisées.

- À la concentration 1, aucune mortalité n'a été observée pour toutes les méthodes utilisées.

- À la concentration 2, la mortalité est de 15% avec la méthode utilisant du papier, de 5% avec la méthode de pulvérisation, tandis qu'aucune mortalité n'a été observée avec la méthode de dégouttement.
- À la concentration 3, l'extrait de la fleur de figuier de barbarie n'a entraîné aucune mortalité avec les méthodes utilisant du papier et par dégouttement, et une faible mortalité de 5% avec la méthode de pulvérisation.
- Pour les témoins, tels que l'anti-varroa et l'eau (H₂O), aucune mortalité des abeilles n'a été observée. En revanche, avec l'éthanol, une mortalité de 5% a été constatée, quel que soit le mode d'exposition utilisé.

L'analyse de la variance à un seul critère de classification montre une différence non significative au seuil de 0,05 ($P=0,52$ (méthode papier), $P=0,62$ (méthode pulvérisation) et $P=0,39$ (méthode de dégouttement) pour le facteur concentration pour l'extrait de fleur d'*O. ficus-indica* (Tableau 7, 8, 9 : annexe).

Le graphique indique que le taux de mortalité des abeilles exposées à l'extrait de la fleur ne dépasse pas 5 % pour la méthode utilisant du papier et la méthode de pulvérisation après 48 heures, quelle que soit la concentration, et aucune mortalité n'a été observée avec la méthode de dégouttement. Cela suggère que l'utilisation de l'extrait de la fleur selon ces méthodes pourrait bénéficier aux abeilles.

1.3. La sauge : *Salvia officinalis*

La figure 30 montre l'évolution des taux de mortalité des abeilles *A.mellifera* en fonction des concentrations et des méthodes d'exposition à l'extrait de *S. officinalis*

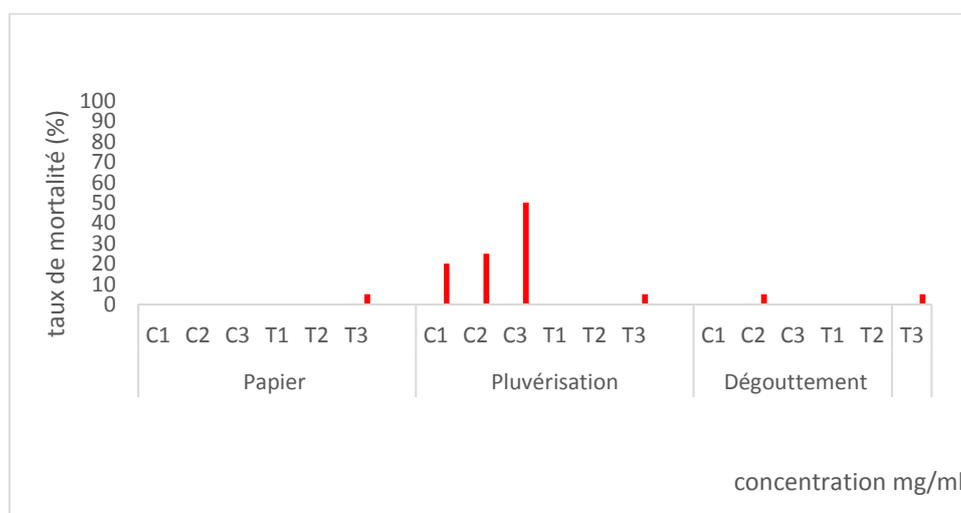


Figure 30 : Taux de mortalité en fonction des concentrations et des méthodes d'exposition des abeilles à l'extrait de *S. officinalis*

Nous remarquons, d'après la figure 30, que les taux de mortalité sont très faibles voire nuls lorsqu'on utilise les méthodes du papier et par dégouttement après 48h, et ce pour toutes les concentrations testées. En revanche, avec la méthode de pulvérisation, les taux de mortalité sont relativement plus élevés (20 et 50%).

Pour les témoins, tels que l'anti-varroa et l'eau (H₂O), aucune mortalité des abeilles n'a été observée. En revanche, avec l'éthanol, une mortalité de 5% a été constatée, quel que soit le mode d'exposition utilisé.

L'analyse de la variance à un seul critère de classification montre une différence non significative au seuil de 0,05 ($P=0,65$ (méthode papier), et $P=0,87$ (méthode dégouttement). Cependant, pour la méthode pulvérisation la différence est hautement significative ($P=0,006$) ($P<0,01$) pour le facteur concentration de l'extrait de *S. officinalis* (Tableau 10,11,12 : annexe).

2. Effet de la durée et les concentrations des extraits d'exposition sur la mortalité du *Varroa destructor*

2.1 Le marrube *Marrubium vulgare*

L'évolution des taux de mortalité du *V. destructor* sous l'effet de la durée d'exposition à l'extrait de *M. vulgare* en fonction de différentes concentrations est présentée dans la figure 31.

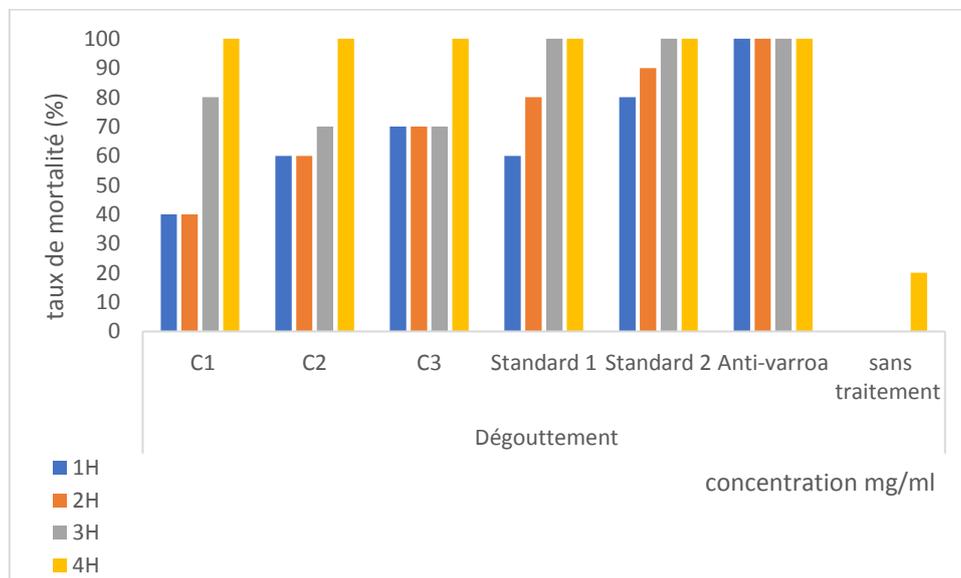


Figure 31 : Effet de la durée d'exposition du *V. destructor* à l'extrait de *M. vulgare* en fonction des concentrations.

Nous observons que l'extrait de marrube provoque une mortalité significative chez le varroa, indépendamment de la concentration et de la durée d'exposition

- Pour la concentration C1, nous avons observé une mortalité de 40% entre 1h et 2h, avec une augmentation à 80% après 3h, atteignant une mortalité maximale de 100% à 4h.
- Pour la concentration C2, nous avons observé une mortalité de 60% entre 1h et 2h, de 70% après 3h, atteignant une mortalité maximale à 4h.
- Pour la concentration C3, nous avons observé une mortalité de 70% de 1h à 3h, atteignant une mortalité de 100% à 4h.
- Concernant les taux de mortalité dus aux standards 1 et 2, nous avons enregistré respectivement, 60% et 80% à 1h, 80% et 90% après 2h, et à partir de 3h, les taux de mortalité atteignent leur maximum de 100% pour les deux standards.
- L'utilisation de l'anti-varroa comme témoin a montré une mortalité totale à partir de 1 heure d'exposition. En revanche, le parasite sans traitement a causé une mortalité de 20% après 3 heures et 4 heures d'exposition.

L'analyse de la variance à deux facteurs de classification montre une différence non significative au seuil de 0,05 entre les différentes concentrations et les standards utilisés, ($P=0,06$), cependant, il existe une différence hautement significative ($P=0,003$) entre les taux de mortalité en fonction de la durée d'exposition à l'extrait de marrube (Tableau 13 : annexe).

2.2 Rue officinale : *Ruta graveolens*

La figure 32 montre les taux de mortalité du *V. destructor* en fonction de la durée d'exposition et des différentes concentrations de l'extrait *R. graveolens*.

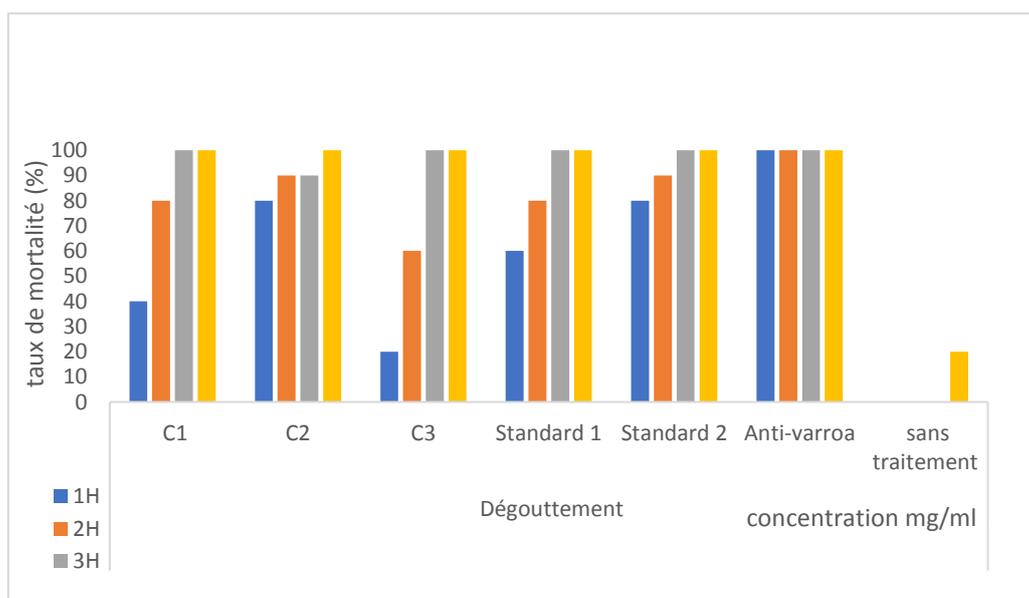


Figure 32 : Effet de la durée d'exposition du *V. destructor* à l'extrait de *R. graveolens* en fonction des concentrations.

Nous avons observé que l'extrait de la rue de jardin provoque une mortalité significative du varroa, quel que soit la concentration et la durée d'exposition.

- Pour la concentration C1, nous avons noté une mortalité de 40% à 1 heure, qui augmente à 80% après 2 heures, atteignant un maximum entre 3 et 4 heures.
- Pour la concentration C2, la mortalité est de 80% à 1 heure, augmentant à 90% entre 2 et 3 heures, avec un pic à 4 heures.
- En ce qui concerne la concentration C3, une mortalité de 20% a été observée à 1 heure, augmentant à 60% à 2 heures, pour atteindre son maximum entre 3 et 4 heures.

L'analyse de la variance à deux facteurs de classification montre une différence non significative au seuil de 0,05 entre les différentes concentrations et les standards utilisés, ($P=0,10$), cependant, il existe une différence très hautement significative ($P=0,001$) entre les taux de mortalité en fonction de la durée d'exposition à l'extrait de *R. graveolens* (Tableau 14 : annexe).

2.3 La fleur de figuier de barbarie : *Opuntia ficus-indica*

La figure 33 montre les taux de mortalité du *V.destructor* en fonction de la durée d'exposition et des différentes concentrations de l'extrait *O. ficus-indica*

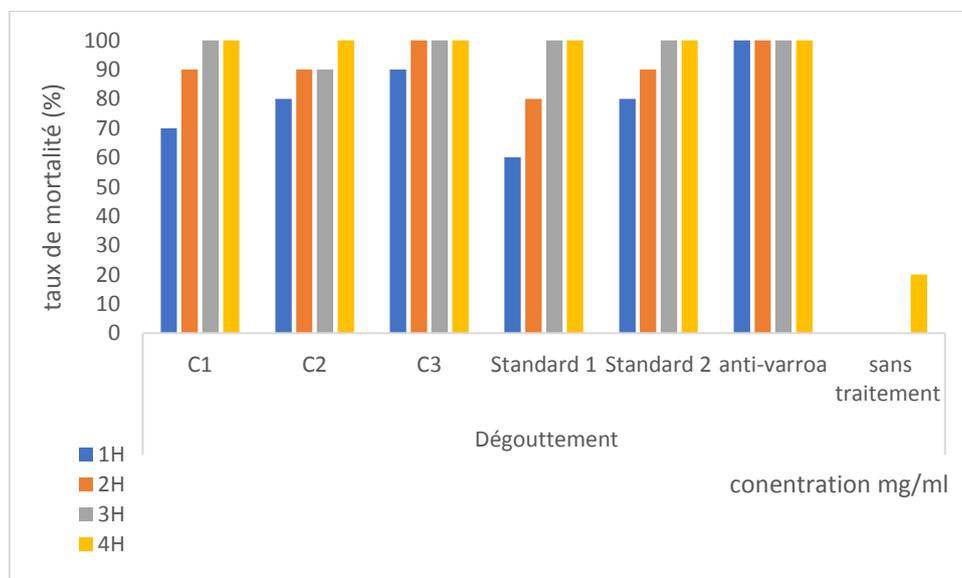


Figure 33 : Effet de la durée d'exposition du *V. destructor* à l'extrait d'*O. ficus-indica* en fonction des concentrations

D'après la figure 32, nous avons constaté que l'extrait de fleur de figuier de barbarie provoque une mortalité significative du varroa, même à des concentrations faibles et sur une période très courte.

- Pour la concentration C1, le taux de mortalité est de 70% à 1 heure, augmente à 90% à 2 heures, et atteint son maximum à partir de 4 heures.
- Pour la concentration C2, le taux de mortalité est élevé à 80% à 1 heure, atteint 90% entre 2 et 3 heures, et son maximum est observé après 4 heures.
- Pour la concentration C3, un taux de mortalité élevé de 90% est atteint à 1 heure, et il atteint son maximum entre 2 et 4 heures.

L'analyse de la variance à deux facteurs de classification montre une différence non significative au seuil de 0,05 entre les différentes concentrations et les standards utilisés, ($P=0,12$), cependant, il existe une différence hautement significative ($P=0,004$) entre les taux de mortalité en fonction de la durée d'exposition à l'extrait de *O. ficus-indica* (Tableau 15 : annexe).

2.4 La sauge : *Salvia officinalis*

La figure 34 montre les taux de mortalité du *V. destructor* en fonction de la durée d'exposition et des différentes concentrations de l'extrait *S. officinalis*

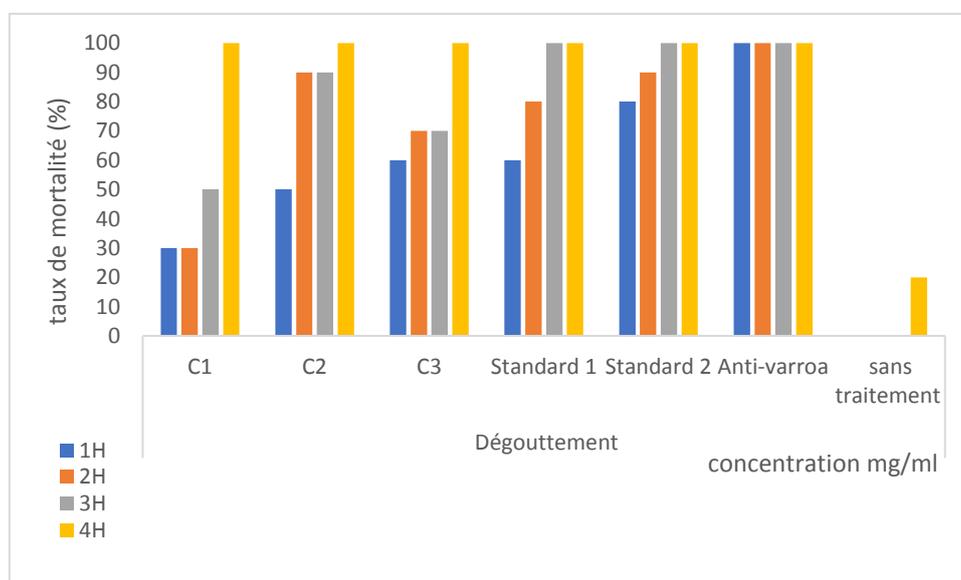


Figure 34 : Effet de la durée d'exposition du *V. destructor* à l'extrait de *S. officinalis* en fonction des concentrations

Nous avons observé que l'extrait de sauge provoque une mortalité variable et moyennement remarquable du varroa, en fonction des concentrations et de la durée d'exposition.

- Pour la concentration C1, le taux de mortalité est de 30% de 1h à 2h, augmente à 50% après 3h, et atteint son maximum à 4h.
- Pour la concentration C2, le taux de mortalité est de 50% à 1h, augmente à 90% de 2h à 3h, et atteint son maximum à 4h.
- Pour la concentration C3, le taux de mortalité est de 60% à 1h, de 70% de 2h à 3h, et atteint son maximum à 4h.

L'analyse de la variance à deux facteurs de classification montre une différence hautement significative ($P=0,007$) entre les différentes concentrations et les standards utilisés, cependant, il existe une différence très hautement significative ($P=0,001$) entre les taux de mortalité en fonction de la durée d'exposition à l'extrait de *S. officinalis* (Tableau 16 : annexe).

3. Degré d'efficacité des quatre extraits sur le varroa

Les résultats du taux d'efficacité des différents extraits à différentes concentrations sur le *V. destructor* ont été résumés dans le tableau 14.

- Le marrube a montré un taux élevé de mortalité du varroa, avec $(78\pm 0,02)$ % à une concentration de 1 mg/ml, $(73\pm 0,06)$ % à 0,5 mg/ml, et une diminution à $(71\pm 0,04)$ % à 2 mg/ml.
- La rue officinale a montré un taux élevé de mortalité du varroa, avec (80 ± 0) % à 0,5 mg/ml, $(78\pm 0,02)$ % à 1 mg/ml, et une diminution à $(73\pm 0,06)$ % à 2 mg/ml.
- La fleur de figuier de barbarie a montré un taux élevé de mortalité du varroa, avec (80 ± 0) % à 0,5 mg/ml et 2 mg/ml, et $(73\pm 0,06)$ % à 1 mg/ml.
- La sauge a montré un taux élevé de mortalité du varroa, avec $(78\pm 0,02)$ % à 1 mg/ml, $(73\pm 0,06)$ % à 2 mg/ml, et une diminution à $(38\pm 0,37)$ % à 0,5 mg/ml.
- Les deux standard (acide gallique et quercétine) a relevé une mortalité très élevée de $(78\pm 0,02)$ et (80 ± 0) .

Les résultats indiquent que la fleur de figuier et le marrube présentent un taux d'efficacité très élevé contre le varroa, tandis que la rue officinale et la sauge montrent une efficacité relativement moindre en termes de mortalité du parasite.

Tableau 14 : Degrés d'efficacité des différents extraits de plantes utilisées en fonction des différentes concentrations.

Traitement	N	Taux de mortalité moyenne \pm écart type au niveau des concentration		
		0,5mg/ml	1mg/ml	2mg/ml
Le marrube	5	73 \pm 0,06	78 \pm 0,02	71 \pm 0,04
La rue officinale	5	80 \pm 0	78 \pm 0,02	73 \pm 0,06
La sauge	5	38 \pm 0,37	78 \pm 0,02	75 \pm 0
Le figuier	5	80 \pm 0	78 \pm 0,02	80 \pm 0
Standard 1	5	80 \pm 0	80 \pm 0	80 \pm 0
Standard 2	5	78 \pm 0,02	78 \pm 0,02	78 \pm 0,02

N : nombre de spécimens de parasite

Discussion

Dans la présente étude, nous avons utilisé quatre traitements acaricides naturel à différentes doses (0,5mg/l, 1mg/l et 2 mg/l) à savoir : les extraits de *Marrubium vulgare*, *Opunica ficus indica*, *Ruta graveolens* et *Salvia officinalis*. Cette étude nous a permis d'examiner à la fois l'efficacité de ces quatre acaricides contre le parasite *V. destructor* et leur impact sur la mortalité des abeilles *Apis mellifera*.

Les résultats de la présente étude indiquent que les extraits de *M. vulgare*, *Ruta graveolens* et *Opuntia ficus-indica* n'ont aucun effet nocif sur les abeilles, notamment pour la méthode contact, car il entraîne un taux de mortalité relativement faible voire nul, quel que soit la concentration utilisée. Nos résultats ne sont pas similaires à ceux reportés par **El-Wahab et al. (2021)**. Ces auteurs ont démontré que l'utilisation des acaricides commerciaux ne présentait pas de différence significative entre les trois méthodes testées. Le taux de mortalité élevé de 50% constaté lors de l'utilisation de l'extrait de *Ruta graveolens* à des concentrations de 0,5 mg/ml et 1 mg/ml dans les méthodes de papier et de pulvérisation pourrait être attribuable à des erreurs de manipulation expérimentale. Cependant, les mêmes extraits utilisés avec la même méthode et mêmes concentrations sont efficaces pour la lutte contre le *V. destructor* puisqu'ils provoquent une mortalité importante. Ce résultat a été confirmé par le test statistique analyse de la variance qui n'a révélé aucune différence entre les taux de mortalité du parasite dus à ces extraits et aux standards utilisés.

L'extrait de sauge officinale (*Salvia officinalis*) a montré une mortalité variable et moyennement remarquable du *V.destructor*, en fonction des concentrations et de la durée d'exposition. De plus, les taux de mortalité des abeilles sont très faibles voire nuls lorsqu'on utilise les méthodes du papier et du contact après 48h, et ce pour toutes les concentrations testées. En revanche, avec la méthode de pulvérisation, les taux de mortalité sont relativement très élevés (20 et 50%). Ces résultats pour l'extrait de sauge sont comparables à ceux obtenus par **Benmoussa et al. (2013)**.

De nombreux chercheurs réorientent leurs études vers l'utilisation d'extraits de plantes pour le contrôle naturel des parasites (**Semmler et al., 2009**), en particulier dans les secteurs agricole et vétérinaire. Les extraits de plante provenant de diverses espèces végétales montrent une large gamme d'activités biologiques (**Aivazi et Vijayan, 2009 ; Banchio et al., 2003, 2005 ; Ciccia et al., 2000 ; Ferrero et al., 2006 ; Jbilou et al., 2006**). Chaque extrait possède un mélange complexe et unique de composés phytochimiques, qui sont les métabolites secondaires des plantes. L'activité biologique de ces extraits a été démontrée contre les maladies abeilles, telles

que la loque américaine, la varroase et la nosémose (**Porrini, 2011**). De plus, **Minerva et al., 2023**, ont démontré qu'un mélange de plusieurs composés d'extraits de plantes y compris les composés phénoliques, ont un effet relativement élevé d'action acaricide à une concentration très faible de 10 % et après une exposition de 90 secondes. En outre, La plupart des études sur les propriétés acaricides de la propolis ont été menées en utilisant des polyphénols et d'autres composés qui sont impliqués dans l'action toxique contre le varroa (**Garedew et al., 2003 ; Damiani et al., 2010**). Ces composés phénoliques sont connus par leur effet répulsif. En effet, les plantes à forte concentration en phénols sont souvent des hôtes moins attractifs pour beaucoup d'insectes et acariens que les plantes à faible teneur en ces métabolites secondaires, ce qui suggère l'importance des composés phénoliques dans le mécanisme de défense des plantes contre ces ravageurs **Minerva et al., 2023**). Les plantes sélectionnées dans la présente étude, notamment le marrube et la fleur du figuier de barbarie sont très connues par leur richesse en polyphénols tel que l'acide gallique et la quercétine (**Amrane et al., 2023**). Ces substances secondaires nous a permis de comprendre l'activité acaricide étudiée. En effet, Les taux de mortalités calculés en utilisant les deux standards variaient entre 78 et 80 %. Cela confirme que les taux de mortalité élevés en utilisant les extraits de la fleur de figuier de barbarie (78 et 80%), du marrube (71 et 78%) et de la rue officinale (73 et 80%) sont dus aux composés phénoliques présents dans ces extraits. Cependant, l'extrait de sauge montre une efficacité moindre (38 et 78%) comparé aux autres extraits utilisés dans cette étude.

Les résultats de la présente étude sur la toxicité et le taux d'efficacité des traitements naturels envers l'abeille *Apis mellifera* et son parasite *V. destructor* indiquent que les extraits de *M. vulgare*, *R. graveolens* et *O. ficus-indica* sont très prometteurs. Ils peuvent servir d'alternatives biologiques efficaces pour lutter contre cet acarien parasite tout en préservant le bien-être des abeilles.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Notre travail vise à évaluer l'effet de quatre produits à base d'extraits de plantes à savoir : la sauge (*Salvia officinalis*), le marrube (*Marrubium vulgare*), la rue officinale (*Ruta graveolens*), ainsi que la fleur de figuier de barbarie (*Opuntia ficus-indica*) sur le *Varroa destructor*, un parasite ravageur de colonies d'abeilles. Au cours de notre expérimentation, nous avons également examiné l'impact de ces extraits sur l'abeille *Apis mellifera*.

Les résultats de la présente étude indiquent que les extraits de *M. vulgare*, *R. graveolens* et *O. ficus-indica* appliqués par la méthode contact montrent des effets bénéfiques pour les abeilles tout en étant efficaces contre le parasite acarien. Ces extraits peuvent être considérés comme une méthode naturelle de lutte contre ce parasite, tout en préservant la santé des abeilles et la qualité des produits de la ruche. Ces constatations ont été confirmées par les tests d'efficacité qui révèlent que les extraits d'*O. ficus-indica*, *M. vulgare* et *R. graveolens* sont très efficace pour la lutte contre le *V.destructor*.

En revanche, les résultats de cette étude montrent que l'extrait de *S. officinalis* ne révèle pas un niveau d'efficacité aussi élevé que les autres extraits testés.

Il est essentiel de souligner qu'*Apis mellifera* n'est pas seulement un insecte utile, mais une espèce qui a coexisté avec l'homme depuis des millénaires, lui fournissant des services inestimables. Protéger et préserver les abeilles est donc essentiel pour maintenir l'équilibre des écosystèmes.

L'étude sur la lutte contre le *V. destructor* à l'aide d'extraits de plantes est d'une grande importance. Il est crucial de poursuivre les recherches afin d'améliorer cette stratégie de lutte, qui pourrait potentiellement éradiquer cette parasitose et garantir ainsi la santé des colonies d'abeilles et la qualité des produits de la ruche.

En effet, les résultats obtenus lors de notre expérimentation sont encourageants et nécessitent d'être approfondis à travers d'autres perspectives d'exploration :

- Explorer les extraits de plantes in vivo pour évaluer leur efficacité réelle dans des conditions de terrain.
- Examiner les effets des extraits de plantes sur une période prolongée pour évaluer leur efficacité à long terme et leurs éventuels effets cumulatifs sur les colonies d'abeilles.
- Évaluer l'impact des extraits de plantes sur la santé générale des abeilles, y compris leur développement larvaire, leur système immunitaire, et leur capacité à polliniser.

- Observer le comportement des abeilles après l'application des extraits de plantes pour détecter toute modification dans leurs activités normales
- Analyser la qualité des produits de la ruche (miel, pollen, propolis) après le traitement aux extraits de plantes pour s'assurer de l'innocuité et de la pureté des produits.
- Surveiller le développement éventuel de résistance chez le varroa à l'égard des extraits de plantes pour évaluer la durabilité de cette méthode de lutte.

En fin, il est crucial que chacun accorde une importance primordiale à la santé des abeilles pour prévenir une infestation persistante de varroa et ainsi assurer la préservation des populations d'abeilles.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abadi A et Hassani A, (2013)** Essential oil composition and antioxidant activity of *Marrubiumvulgare*L. Growing wild in Eastern Algeria,9(1), 17-24p.
2. **Adam. F (1953) :** « A la Recherche des meilleures lignées d'abeilles (second voyage). » publié en France dans la Belgique apicole 19 :72-80.
3. **Aivazi AA, Vijayan VA (2009)** Larvicidal activity of oak *Quercus infectoria* Oliv. (Fagaceae) gall extracts against *Anopheles stephensi* Liston. *Parasitol Res* 104:1289–1293. doi:10.1007/s00436-008-1325-5.
4. **Anderson KE., Sheehan TH., Eckholm BJ., Moh BM., De Grandi-Hoffman G (2011) :** An emerging paradigm of colony health: microbial balance of the honey bee and hive (*Apis mellifera*). *Insect Soc.* 58 : 431-44.
5. **Annoscia, D., Del Piccolo, F., et Nazzi., (2012).** Comment l'acarien *varroa destructor* tue-t-il l'abeille *Apis mellifera* ? Altération des hydrocarbures cuticulaires et perte d'eau chez les abeilles infestées. *Journal de physiologie des insectes*, 58 (12), 1548-1555.
6. **Anderson D. L., Trueman J. W. H., 2000** - *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology* 24 : 165–189.
7. **Annoscia, D., Del Piccolo, F., Cover, F., et al. (2015).** Mite infestation during development alters the in-hive behaviour of adulte honeybees. *Apidologie*, 46(3), 306-314.
8. **Araba M,2009.** Le cactus *optuntia* une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc.suposium international « AGDUMED », Rabat, Maroc pp :215-223.
9. **Altindal, D., Altindal, N. (2016).** Sage (*Salvia officinalis*) Oils. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, 715-721. Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00081-X> (page consultée le 04/02/2020).
10. **Amrane-Abider, M.; Imre, M.; Herman, V.; Debbou-Iouknane, N.; Saci, F.; Boudries, H.; Madani, K.; Merzouk, H.; Ayad, A. 2023.** *Opuntia Ficus-Indica* Peel By-Product as a Natural Antioxidant Food Additive and Natural Anticoccidial Drug. *Foods*, 12, 4403. <https://doi.org/10.3390/foods12244403>.
11. **Asgarpanah, J., (2012).** Phytochemistry and pharmacological properties of *Ruta graveolens* L. *Journal of Medicinal Plants Research* [En ligne]. Vol. 6(23), pp.3942-3949. <http://www.academicjournals.org/JMPR>.

12. **Atmani et Merabet G., 2018** : Huiles essentielles de trois espèces d'Eucalyptus d'Algérie : composition et activité acaricide (*Varroa destructor*), diplôme de Doctorat : en sciences. Sous la direction de Belkhiri Abdelmalik. Université Salah Boubnider, Constantine3, 45 – 47p.
13. **Ayoub, ZN, Mosa, MH, Abdulla, M. et Ahmed, DS (2015)** : Impacte of varroa mite infestation on the mandibular and hypopharyngeal glands of honey bee workers.
14. **Bava, R., Castagna, F., Palma, E., Marrelli, M., Conforti, F., Musolino, V., Carresi, C., Lupia, C., Ceniti, C., Tilocca, B., et al. 2023.** Essential Oils for a Sustainable Control of Honeybee Varroosis. Vet. Sci., 10, 308. <https://doi.org/10.3390/vetsci10050308>.
15. **Bacher R et Merle C., (2016)**, J'installe une ruche dans mon jardin. Ed. Ferre vivante.France. 118p.
16. **Bahammou, Y., Tagnamas, Z., Lamharrar, A., Idlimam, A.** Thin-layer solar drying characteristics of Moroccan horehound leaves (*Marrubium vulgare L.*) under natural and forced convection solar drying. Solar Energy 188 (2019) –Elsevier. 958-969.
17. **Bakiri A., 2018** : Abeilles sauvages et abeilles domestiques : Impact sur la biodiversité et la productivité. Université des Frères Mentouri Constantine. P 14.
18. **Banchio E, Valladares G, Defagó M, Palacios S, Carpinella C (2003)** Effects of Melia azedarach (Meliaceae) fruit extracts on the leafminer Liriomyza huidobrensis (Diptera, Agromyzidae): assessment in laboratory and field experiments. Ann Appl Biol 143:187–193. doi:10.1111/j.1744-7348.2003.tb.00285.x.
19. **Banchio E, Zygadlo J, Valladares GR (2005)** Quantitative variations in the essential oil of *Mintostachys mollis* (Kunth.) Griseb. In response to insects with different feeding habits. J Agric Food Chem 53(10.1021/jf051157j):6903–6906.
20. **Bendjedid H., and achour M., (2014)** : etude de la diversité morphométrique de deux populations d'abeilles domestiques (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*) du sud Algérien « synthèse : revue des sciences et de la Technologie 28(1) :84-95.
21. **Benattia FA. Analyse et Application des Extraits de Pépins de Figues de Barbarie [Thèse].** Tlemcen : Université Abou beker Belkaid ; 2017.
22. **Belmiloud M., (2013).** Extraction Et Caracterisation Physico-Chimique Des Huiles Des Graines De Figue De Barbarie. Memoire Master Chimie Pharmaceutique, Tizi-Ouzou,66p.
23. **Belaid, A., et Bellil, H N., (2017).** Propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires des polyphénols de la rue fétide *Ruta graveolens* [En ligne]. Mémoire du diplôme de Master Académique, spécialité de Nutrition et santé. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. 4p, 11p.
24. **Biri M.,2010.** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Ed De Vecchi paris.pp.302.14-101p.

25. **Bowen-Walker P.L., et Gunn A., (2001).** The effect of ectoparasitic mite, *varroa destructor* on adulte worker honeybee (*Apis mellifera*) emergence weights, water, protein, carbohydrate and lipid levels. *Entomologia Experimentalis et applicata*,101(3), 207-217.
26. **Bogdanov S., 2006 :** Contaminants of bee products. *Apidologie* 37 : 1-18.
27. **Bouaouina Dalila., Boulhabel Hala Roumeissa., Bousba Esma.** L'effet préventif de la plante médicinale Algérienne *Salvia officinalis* contre la toxicité cardiaque induite par la doxorubicine. Université des frères Mentouri Constantine, 2017, 101.
28. **Boucher C., 2004 :** Contrôle chimique de la varroase. Rapport de conférence de la journée champêtre en apiculture, CRAAQ, 10p.
29. **Boutabia, L., Telailia, S., Mena, M.** Utilisations thérapeutiques traditionnelles du *Marrubium vulgare L.* par les populations locales de la région de Haddada (Souk Ahras, Algérie) Traditional therapeutic uses of *Marrubium vulgare L.* by local populations in the
30. **Boumediene., N. et Agha., O. (2014).** Contribution à l'étude de l'activité biologique d'une espèce du genre *Ruta* de Djebel Tessala (Algérie occidentale) et à la faisabilité d'un Plan de conservation [En ligne]. Mémoire du diplôme de Master II, option d'Amélioration de la Production Végétale. Université de Abou Beker Belkaid Tlemcen. 30p.
31. **Boutaiout A., 2015** Etude des voies de valorisation des cladodes de l'Opuntia : Extraction, caractérisation et valorisation des jus de cladode du figuier de Barbarie., Thèse de Doctorat, Université d'Angers.p211
32. **Boutakiout A., 2015.** Etude physico-chimique, biochimique et stabilité d'un nouveau produit : jus de cladode du figuier de Barbarie marocain (*Opuntia ficus-indica* et *Opuntia megacantha*) [Thèse]. Maroc : Université de Sultan Moulay Slimane.
33. **Bock B., 2013.** Base de données nomenclature de la flore de France. Tela Botanica.
34. **Bouterfas K., Mehdani Z., Latrache A., Hazem Z., Bouredja N, 2013.** Quantification de quelques polyphénols de *Marrubiumvulgare L* du monde Tessala(Algerieoxidentale) pendant deux périodes de végétation et floration, *Les technologies De laboratoire*,31(8), 34-36p.
35. **Bruneau E., 2004.** Les produits de la ruche.
36. **Bruneton J., 2009.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4^{ème} édition, Lavoisier, Paris, 1269p.
37. **Bruneton J., 2009.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales.4^{ème} édition, Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 643p.

38. **Ciccia G, Coussio J, Mongelli E (2000)** Insecticidal activity against *Aedes aegypti* larvae of some medicinal South American plants. *J Ethnopharmacol* 72:185–189. Doi: 10.1016/S0378-8741(00) 00241-5.
39. **Courchet L., (1897)**. *Traité de botanique : comprenant l'anatomie et la physiologie végétales et les familles naturelles à l'usage des candidats au certificat d'études physiques Chimiques et naturelles des étudiants en médecine et en pharmacie*. Ed. Baillière. 1023 pages
40. **Colin M.E. et Medori P., (1982)**, *Les abeilles. Comment les choisir et les protéger de leurs ennemis*. Ed. J. b. baillière. Paris, 131p.
41. **Cronquist A., (1968)**. *The Evaluation and Classification of Flowering Plants*. London : Ed Nelson, 396P. ISBN : 9780395053461.
42. **Cushnie T.P.T., Lamb A.J., 2011**. Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids, *Int J Antimicrob Agents*, 38: 99-107p.
43. **Cronquist A., (1968)**. *The Evaluation and Classification of Flowering Plants*. London : Ed Nelson, 396P. ISBN : 9780395053461.
44. **Charriere J. D., Imdorf A. et Fluri P., 1998a**.- Potentiel et limites de l'acide oxalique pour lutter contre *Varroa*. *Revue Suisse d'apiculture*, 95(8) : 331-316.
45. **Charriere J. D., Imdorf A., Bachofen B. et Tschan A., 1998 a**.- Le retrait du couvain de mâles operculé : une mesure efficace pour diminuer l'infestation de *Varroa* dans les colonies. *Revue Suisse d'apiculture*, 95 (3) : 71-79.

46. **Charriere J. D., Maquelin C., Imdorf A., et Bachofen B., 1998b** Quelle proportion de la population de *Varroa* prélève-t-on lors de la formation d'un nucléi. *Revue Suisse d'apiculture*, 95(6) : 217-221.
47. **Charriere J. D., et Imdorf A., 2002**- Oxalic acid treatment by trickling against *Varroa* destructor: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions. *Bee World*, 83 (2) : 51-60.
48. **Chapleau J.P., 2003**.- *Varroase: développement d'une stratégie de lutte intégrée et sélection pour la résistance de l'abeille*. Congrès annuel de la fédération des apiculteurs du Québec, 41p.
49. **Chapleau J. P., 2006**. *Le plateau anti-Varroa, un outil merveilleux dans une stratégie de lutte intégrée*. Rapport final du ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec. Canada, 20p.

50. **Chloé Gonzales.** Apport de la phytothérapie dans le traitement des symptômes de la ménopause. Université de Limoges, faculté de pharmacie. 2014, 175.
51. **Clément H., 2004.** Le Traité Rustica de l'apiculture. Edition : Rustica /FLER. Paris. ISBN : 2-84038-241-3. 528p.
52. **Clément H., 2010.** Une roche au jardin Ed.Rustica. Paris pp.79.20-29p.
53. **Devlin M.S., 2004.** Comparative analyses of sampling methods for varroa mites (*Varroa destructor*) on honey bees (*Apis mellifera*). M. Sc. Thesis. Simon Fraser University, 52p.
54. **Doerper S., (2008).** Modification de la synthèse des furocoumarines chez *Ruta graveolens* L. par une approche de génie métabolique [En ligne]. Thèse, spécialité En Sciences Agronomiques. Université de Lorraine. 32-34p.
55. **Dietemann V., Nazz F., Martin S J., Anderson D., Locke B., 2013.** Standard methods for Varroa research. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The Coloss Beebook, Volume II: standard methods for *Apis mellifera* pest and pathogen research. J of Apic Res, 52(1): 45-79p.
56. **Djahra, A.B., Bordjiba, O., Benkherara, S.** Extraction, séparation et activité antibactérienne des tanins de Marrube blanc (*Marrubium vulgare* L.). Phytothérapie (2013) -Springer-Verlag France. 11:348-352.
57. **Djamai Abdlhadi., 2018** : l'apiculture à la portée de tous, Editions Talantikit-bejaia, ISBN : 978-9947-67-176-4 p.118-166.
58. **Elberry A. A., Harraz F.M., Ghareib S.A., Gabr S.A., Nagy A.A. et Abdel-Sattar E.,2011.** Methanolic extract of *Marrubium vulgare* ameliorates hyperglycemia and dyslipidemia In streptozotocin-induced diabetic rats. International Journal of Diabetes Mellitus, p: 1877-5934.
59. **Fernandez N., et Coineau Y (2002)** : *varroa*, tueurs d'abeilles. Bien le connaître, pour mieux le combattre. *Edition Atlantica, Biarritz*, France, 237p.
60. **Ferrero AA, Werdin González JO, Sánchez Chopa C (2006)** Biological activity of *Schinus molle* on *Triatoma infestans*. *Fitoterapia* 77:381–383. doi: 10.1016/j.fitote.2006.03.004.
61. **Fries I., Camazine S., Sneyed J., 1994.-** Population dynamics of *Varroa jacobsoni*: à model and a review. *Bee Word* 75 : 5-28.
62. **Fries I, 2005** Economie threshold for *varroa jacobsoni* Oud. In the southeastern USA. *Microbial. Ecology*.50 :369-374.

63. **Gallai N., Salles J. M., Setteled J et Vaissière B. E., (2009)** : Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol.econ.*, 68 : 810-821.
64. **Garedew, Assegid & Schmolz, Erik & Lamprecht, Ingolf. (2003).** Microcalorimetric and respirometric investigation of the effect of temperature on the antivarroa action of the natural bee product-propolis. *Thermochimica Acta.* 399. 171-180. 10.1016/S0040-6031(02)00453-7.
65. **Guerriat H., 2000**-Etre performant en apiculture. Edition Rucher du Tilleul. P416.
66. **Gustain Y.,2008.** L'apiculture illustrée. Eds. Rustica. Fler. Paris.
67. **Habibi Y., 2004** Contribution à l'étude morphologique, ultra structurale et chimique de la figue de barbarie : Les polysaccharides pariétaux : caractérisation et modification chimique [Thèse]. France : Université Joseph Fourier.
68. **Hacene F., 2017** -Détermination épigénétique chez les abeilles (*Apis mellific intermissa*). Mém.Master en Agro.Univ. Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 42 p.
69. **Hennebelle S., 2010** l'abeille In doc apiculture
70. **Henry S. H., F. X. Bosch, T. C. Troxell et P. M. Bolger (1999).** "Reducing liver cancer-- global control of aflatoxin." *Science* 286(5449): 2453-2454.
71. **Hmid I., 2013.** Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*Punica granatum*): caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais. Thèse de Doctorat. Maroc. 180 pages.
72. **Hseini S., Khahwouaji A., 2007,** Etude ethnobotanique de la flore médicinale dans la Région de Rabat (Maroc occidental), *LAZAROA*, 28: 79-93.
73. **Ifantidis M.D., 1988.** Some aspects of the process of *Varroa jacobsoni* mite entrance into honey bee (*Apis mellifera*) brood cells. *Apidologie*, 19 (4) : 387 – 396p.
74. **Imdiarf A., Bogdanov S., Ochoa R, I., Calderone N, W., 1999.** Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. In honey bee colonies. *Apidologie*, 30:209-228.
75. **Iserin P., (2001).** Encyclopédie des Plantes Médicinales. 2^{ème} édition. Belge. 264-265p.
76. **Jedidi S., Loui F., Selmi H., rtibi1 K., dallali S., abbes C., Sebail H., 2018.** Enquête ethnobotanique sur l'utilisation traditionnelle de la sauge officinale (*Salvia officinalis* L) dans les régions de Tabarka et Ain Draham (Nord-Ouest de la Tunisie). Volume CIRS (18). Published April, 01, 2018 www.jnsciences.org E-ISSN 2286-5314.
77. **Jean-françois M., 2016** Fabrication de la gelée royale par les abeilles.

78. **Jbilou R, Ennabili A., Sayah F (2006)** Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Afr J Biotechnol* 5(10):936–940.
79. **Koleoglu G., Goodwin PH., Reyes-Quintana M., Hamiduzzaman MM., Guzman-Novoa E.,** *Varroa destructor* parasitism reduces hemocyte concentrations and prophenol oxidase gene expression in bees from two populations. *Parasitol Res.* 2018 ;117(4) :1175-83.
80. **Krupke CH., Hunt GJ., Eitzer D., Andino G., Given K., 2012** : Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. *Plos One.*7(1)
81. **Kraus B. et Berg S., 1994.-** Effect of lactic treatment during winter in temperature climate upon *Varroa jacobsoni* Oud. And the bee (*Apis mellifera* L.) colony. *Exp. Appl. Acarol* 18 : 459-468.
82. **Kralj J., Brockmann A., Fuchs S., Tautz J.** The parasitic mite *Varroa destructor* affects non-associative learning in honey bee foragers, *Apis mellifera* L. *J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol.* 2007;193(3):363-
83. **Kralj J., et Fuchs S.** Parasitic *Varroa destructor* mites influence flight duration and homing ability of infested *Apis mellifera* foragers. *Apidologie.* 2006;37(5):577-87.
84. **Lanskye P., et Newman R. A., 2007.** *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *Journal of ethnopharmacology.* N°109.206p.
85. **Le conte Y.,2011.** Mieux connaitre les abeilles. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau.E ; Barbançon J-M ; Bonnaffé P. Clément H ; Domerego. R ; Fert G ; Le conte. Y ; Ratia. G ; Reeb. C ; Vaissière. B. *Le traité Rustica de l'apiculture.* Ed. Rustica. Paris. PP.527.12-83p.
86. **Le Conte Y., 2002** : l'abeille dans la classification des insectes. *Abeille& fleurs.* N°628,15.
87. **Le Conte Y., et Faucon J. P., 2002.** Les maladies de l'abeille domestique. *Le Courrier de la Nature* n° 196 : 28.
88. **MACKOWIAK C., 2009.** Le déclin de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France, Université Henri Poincare-Nancy1- pour obtenir le Diplôme d'état en Docteur en pharmacie. P 2-96.
89. **Madi Aicha.** Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques. Université Mentouri Constanine. 2010, 116.

90. **Minerva J. Tabafunda, David T. De Castro, Rolyne Mae C. Pajarillo, Mishima P. Soliba, Adora A. Garcia, Mac Donald C. Acosta, Emmanuel O. Dangle.,2023.** Efficacy of plant extracts against Varroa mites (*Varroa destructor*) of honey bees (*Apis mellifera* L.) Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES) ISSN: 2220-6663 (Print) 2222-3045 (Online)Vol. 23, No. 5, p. 38-50, 2023.
91. **Mancuso G., Borgonovo, G., Scaglioni., L et Bassoli A., 2015.** Phytochemicals from *Ruta graveolens* Activate TAS2R Bitter Taste Receptors and TRP Channels Involved in Gustation and Nociception. *Molecules* [En ligne]. 18907-189 22. Doi :10.3390/molecules201018907.
92. **Malik S., Coutinho Moraes D. F., Mendonça do Amaral., F. M. et Sousa Ribeiro M. N., 2017.** *Ruta graveolens*: Phytochemistry, Pharmacology, and Biotechnology. Springer International Publishing Switzerland [En ligne]. 177-204. DOI 10.1007/978-3-319-28669-3_4.
93. **Marche MG., Satta A., Floris I., Pusceddu M., Buffa F., Ruiu L.** Quantitative variation in the core bacterial community associated with honey bees from *Varroa*-infested colonies. *J Apic Res.* 2019 ;58(3):444-54.
94. **Meskele. Deressa ET Gela., Alemayehu ET Damto., Teferi ET Gemed., Mesret et Legesse., Gemechis. 2022.** Evaluating the Effect of Plants Extracts against Varroa Mites (*Varroa Destructor*) of Honeybees (*Apis Mellifera*). 14. 26-30. 10.7176/CMR/14-2-03.
95. **Milani N. & Della-vedova G., (2002).** Decline in the proportion of mites resistant to Fluvalinate in a population of *Varroa destructor* not treated with pyrethrinoids. *Apidologie*, 33 : 417-422.
96. **Moussaoui K., Ahmed Hedjala O., Zitouni G. et Djazouli Z., 2014.** Estimation de la toxicité des huiles essentielles formulées de thym et d'eucalyptus et d'un produit de synthèse sur le parasite de l'abeille tellienne *Varroa destructor* (ARACHNIDA, VARROIDAE). *Agrobiologia*, 5 : 17-26.
97. **Mohamed Amine Ben Abdennebi., 2012.** Le grenadier tunisien (*Punica granatum*) stimule le transport de glucose dans les cellules musculaires C2C12 Via la voie insulino-dépendante de l'Akt et la voie insulino-indépendante de l'AMPK. *Mémoire., Fac. Med. Tunis*, 82p.
98. **Moritz F., De Miranda J., Fries I., Le Conte Y., Newman P., Paxton RJ 2010.** Research strategies to improve honey bee health in Europe. *Apidol.* 41 : 227-42.

99. **Mulas M., Mulas G., 2004.** potentialités d'utilisation stratégique des plantes de genre *Artiplex* et *Opuntia* dans la lutte de déstertification universitédes études de Sassari, groupe de recgerche sur la désertification PP :1-112.
100. **Nazzi F., et Le Conte., 2016** : Ecology of *Varroa destructor*, the major ectoparasite of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Annu. Rev. Entomol.* 61, 417–432.
101. **Noel A., Le Conte Y., Mondet F.** *Varroa destructor*: how does it harm *Apis mellifera* honey bees and what can be done about it? *Emerg Top Life Sci.* 2020;4(1):45-57.
102. **Paterson P., 2008.** L'apiculture, Versailles codex, France.
103. **Parray S. A., Bhat J., Ahmad G., Jahan N., Sofi G., Faisal Iqbal S. M., 2012.** *Ruta graveolens*: from Traditional System of Medicine to Modern Pharmacology: an Overview. *American Journal of PharmTech Research* [En ligne]. 22(2). 2249-3387. www.ajpt.com
104. **Pauline Paget. La phytothérapie dans la prise en charge des troubles climatheriques de la menopause: enquete aupres des officinalis nantaises. Université de Nantes, 2011,** 128. Phytochemical Content, Nutraceutical Potential and Biotechnological Applications of an Ancient Mexican Plant : Nopal (*Opuntia ficus-indica*) [Internet]. [Cité 11 janv 2022]. Disponible sur https://www.researchgate.net/publication/265390699_Phytochemical_Content_Nutraceutical_Potential_and_Biotechnological_Applications_of_an_Ancient_Mexican_Plant_Nopal_Opuntia_ficus-indica.
105. **Peacock P., 2014.** Apiculture mode d'emploi. Ed. Marabout. 144 p.
106. **Philippe J., 2007.** Le guide de l'apiculteur, La compagne des éditions de la Lesse, France.
107. **Porrini, M.P.; Fernández, N.J.; Garrido, P.M.; Gende, L.B.; Medici, S.K.; Eguaras, M.J. 2011.** In vivo evaluation of antiparasitic activity of plant extracts on *Nosema ceranae* (Microsporidia). *Apidologie*, 42, 700–707.
108. **Prost J-P et Le Conte YVES 2005** : Edition 7. Apiculteur connaitre l'abeille-conduire le rucher. lavoisier.P 347.
109. **Pukalskas A., Venskutonis P.R., Salido S., Waard P., et van Beek A.T., 2012.** Isolation, Identification and activity of natural antioxidants from horehound (*Marrubium vulgare* L.) cultivated in Lithuania. *Food Chemistry*, 130 : 695-701.
110. **Rader R., Howlett BG., Cuningham SA., Westcott DA., Newstrom-Lloyd LE., Walker MK., et al (2009)** : Alternative pollinator taxa are equally efficient but not as the honey bee in mass-flowering crop. *J of Appl Ecolo.* 46 : 1080-87.
111. **Ravazzi G., 2003.** Abeilles et apiculture. Ed. De Vecchi S.A, paris, 159 p.

112. **Reyes-Agüero J., Aguirre R. J., et Valiente-Banuet, A. 2006.** Reproductive biology of *Opuntia* : A review. *Journal of arid environments*, 64, 549-585
113. **Riondet J.,2013.** Le rucher durable.
114. **Ristic D., Brikic N.T., et Zalfija. 1999.** *Salvia officinalis* L, Bric D (ed) institue for medicinal plants JosifPanacic. Belgrade and Art GrafikBelgrad, p 151-167.
115. **Ritter W., et Akratanakul., P. 2006.** honey bee diseases and pests : A practical guide, agricultural and food engineering technical reports. *Rome, Italy : FAO,Food and Agriculture organization of the Unites Nation.*
116. **Rodriguez M., Gerding M., et France A., 2009.-** Selection of entomopathogenic fungi to control *Varroa destructor* (Acari : Varroidae). *Chilean journal of agricultural research* 69(4) :534-540.
117. **Rosenkranz P. A., Pia Aumeier B., Ziegelmann B., 2010.** Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103 : 96–119.
118. **Ruttner F., 1968.** “ Les races d’abeilles“ traite de buiologie de l’abeille :27-44.
119. **Ryberg M., MoÈller C., Ericson T. 1991.** Composition de la salive et développement des caries chez les patients asthmatiques traités avec des agonistes des récepteurs b2-adr ans. *Scand. J. dent.* Vol. 99, 212-218p.
120. **Sauvager F., 2014.** La propolis : définition, récolte, propriétés et utilisation. *Tournefeuille le 7 décembre 2014*
121. **Sahaz S., Garbacki N., Tits M., Bailleul F., 2002.** Isolation and pharmacological activityof phenylpropanoid esters from *Marrubiumvulgare*.*J. Ethnopharmacol.*79 :389-392p.
122. **Semmler M, Abdel-Ghaffar F, Al-Rasheid K, Mehlhorn H (2009)** Nature helps: from research to products against blood-sucking arthropods. *Parasitol Res* 105:1483–1487. doi:10.1007/s00436009-1634-3.
123. **Strauba P.,** Faune et Flore (2007) : L’abeille sentinelle écologique in *Science Direct Com.*
124. **Schweizer M.,1997.** Docteur Nopal le médecin du bon dieu. Paris, France : Aloe Plantes et Beauté.
125. **Seeram N., et Schulman R., 2006.** Pomegranate. Ancient roots to modern medicine. Ed. Taylor and Francis. France. 244 pages.
126. **Simoneau A., 2004.-** La varroase. *Laboratoire de pathologie animale*, Pp 191-192.

127. **Toma B., Alix A., Brown M., Carpentier P., Chabert-Ribiere M., Chauzat M. & Delorme R., 2009** Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles. *Rapport de l'Afssa, Maisons-Alfort, France.*
128. **VAISSIÈRE J., 2006.** La phonétique. Paris, Presses universitaires de France.
129. **Valente MJ., Baltazar AF., Henrique R., et al. 2011.** Biological activities of Portuguese propolis : protection against free radical-induced erythrocyte damage and inhibition of human renal cancer cell growth in vitro. *Food Chem Toxicol* 49 : 86–92.
130. **Winston M. L., 1993.** La biologie de l'abeille. Traduit de l'anglais par G. Lambermont.
131. **Wilson-Rich N., (2016),** Abeilles : Une histoire naturelle. Ed. Artémis, 224p.
132. **Wendling S., 2012.** *Varroa destructor* (Anderson et Trueman, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 : *Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction.* Thèse de doctorat vétérinaire, faculté de médecine, Créteil, 190 p.
133. **Wendling S., 2014.** Les particularités de la reproduction de *Varroa destructor*, agent de la varroase de l'abeille domestique. Perspectives de lutt. *Bulletin de l'académie vétérinaire de France*, 309-315.
134. **Wienands A., Madel G., et Hämözyten der Honigbiene, Apis mellifera, und ihre Veränderungen durch Varroatose (Hymenoptera: Apidae).** *Entomol Gen.* 1988 :81-92.
135. **Yang X., Cox-Foster D.** Effects of parasitization by *Varroa destructor* on survivorship and physiological traits of *Apis mellifera* in correlation with viral incidence and microbial challenge. *Parasitology.* 2007 ;134(Pt 3):405-12.
136. **Yahiaoui Soria.** Les principales maladies de l'abeille dans la wilaya de Bouira, mémoire de fin d'études diplôme master Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira 2020 p 22 23.
137. **Yahi K., Kaidi R., Touazi L., Sadoudi A., Sadi M., Moula N. 2018.** Gestion de la reproduction des faux bourdons par les apiculteurs de la wilaya de Tizi-Ouzou. The First International Conference on Apiculture, Hive Products and Sustainable Development. 25-27 November 2018 Mostaganem, Algeria.
138. **Zaobidna E.A., Żóltowska K., Łopieńska-Biernat E.** *Varroa destructor* induces changes in the expression of immunity-related genes during the development of *Apis mellifera* worker and drone broods. *Acta Parasitol.* 2017 ;62(4):779-89.

ANNEXES

PARTIE ANNEXES

Tableau 1 : Analyse de la variance à un seul facteur : comparaison de taux de mortalité des abeilles en fonction des concentrations, pour l'extrait de marrube appliqué par la méthode papier.

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	0,5	0,125	0,0625
C2	4	0	0	0
C3	4	0,5	0,125	0,0625
T1 A. Varroa	4	0	0	0
T2 H2O	4	0	0	0
T3 éthanol	4	3,5	0,875	1,0625

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>DDL</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	2,34375	5	0,46875	2,3684	0,0810	2,7729
A l'intérieur des groupes	3,5625	18	0,197916667			
Total	5,90625	23				

Tableau 2 : Analyse de la variance à un seul facteur : comparaison de taux de mortalité des abeilles en fonction des concentrations, pour l'extrait de marrube appliqué par la méthode pulvérisation.

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	0	0	0
C2	4	0	0	0
C3	4	0,5	0,125	0,0625
T1 H2O	4	0,5	0,125	0,0625
T2 éthanol	4	1,5	0,375	0,22916667
T3 A. Varroa	4	0	0	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>DDL</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	0,42708333	5	0,08541667	1,4471	0,2556	2,7729
A l'intérieur des groupes	1,0625	18	0,05902778			
Total	1,48958333	23				

Tableau 3 : Analyse de la variance à un seul facteur : comparaison de taux de mortalité des abeilles en fonction des concentrations, pour l'extrait de marrube appliqué par la méthode contact.

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	0	0	0
C2	4	0	0	0
C3	4	0	0	0
T1 H2O	4	1,5	0,375	0,22916667
T2				
éthanol	4	5	1,25	2,41666667
T3 A.				
Varroa	4	0	0	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	5,05208333	5	1,01041667	2,2913	0,0890	2,7729
A l'intérieur des groupes	7,9375	18	0,44097222			
Total	12,9895833	23				

Tableau 4 : Analyse de la variance à un seul facteur : comparaison de taux de mortalité des abeilles en fonction des concentrations, pour l'extrait de la rue officinale appliqué par la méthode papier.

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	10	2,5	8,33333333
C2	4	2,5	0,625	1,5625
C3	4	0	0	0
T1 H2O	4	0	0	0
T2 éthanol	4	3,5	0,875	1,0625
T3 A. Varroa	4	0	0	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	18,9583333	5	3,79166667	2,0760	0,1159	2,7729
A l'intérieur des groupes	32,875	18	1,82638889			
Total	51,8333333	23				

Tableau 5 : Analyse de la variance à un seul facteur : comparaison de taux de mortalité des abeilles en fonction des concentrations, pour l'extrait de la rue officinale appliqué par la méthode pulvérisation.

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	0	0	0
C2	4	1,5	0,375	0,22916667
C3	4	1,5	0,375	0,22916667
T1 H2O	4	0,5	0,125	0,0625
T2 éthanol	4	1,5	0,375	0,22916667
T3 A. Varroa	4	0	0	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	0,70833333	5	0,14166667	1,1333	0,3786	2,7729
A l'intérieur des groupes	2,25	18	0,125			
Total	2,95833333	23				

Tableau 6 : Analyse de la variance à un seul facteur : comparaison de taux de mortalité des abeilles en fonction des concentrations, pour l'extrait de la rue officinale appliqué par la méthode contact.

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	1	0,25	0,25
C2	4	0,5	0,125	0,0625
C3	4	0,5	0,125	0,0625
T1 H2O	4	1,5	0,375	0,22916667
T2 éthanol	4	5	1,25	2,41666667
T3 A. Varroa	4	0	0	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	4,17708333	5	0,83541667	1,6593	0,1954	2,7729
A l'intérieur des groupes	9,0625	18	0,50347222			
Total	13,2395833	23				

Tableau 7 : Analyse de la variance à un seul facteur : comparaison de taux de mortalité des abeilles en fonction des concentrations, pour l'extrait de la fleur de figuier de barbarie appliqué par la méthode papier.

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	5	1,25	6,25
C2	4	1,5	0,375	0,5625
C3	4	0	0	0
T1 H2O	4	0	0	0
T2 éthanol	4	3,5	0,875	1,0625
T3 A. Varroa	4	0	0	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	5,70833333	5	1,14166667	0,86984127	0,52035078	2,77285315
A l'intérieur des groupes	23,625	18	1,3125			
Total	29,3333333	23				

Tableau 8 : Analyse de la variance à un seul facteur : comparaison de taux de mortalité des abeilles en fonction des concentrations, pour l'extrait de la fleur de figuier de barbarie appliqué par la méthode pulvérisation.

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	0	0	0
C2	4	2,5	0,625	0,5625
C3	4	1,5	0,375	0,22916667
T1 H2O	4	0,5	0,125	0,0625
T2 éthanol	4	1,5	0,375	0,22916667
T3 A. Varroa	4	0	0	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	4,67857143	6	0,7797619	0,74431818	0,62037867	2,57271164
A l'intérieur des groupes	22	21	1,04761905			
Total	26,6785714	27				

Tableau 9 : Analyse de la variance à un seul facteur : comparaison de taux de mortalité des abeilles en fonction des concentrations, pour l'extrait de la fleur de figuier de barbarie appliqué par la méthode contact.

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	2	0,5	1
C2	4	0	0	0
C3	4	2	0,5	1
T1 H2O	4	1,5	0,375	0,22916667
T2 éthanol	4	5	1,25	2,41666667
T3 A. Varroa	4	0	0	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	4,21875	5	0,84375	1,0896861	0,39953173	2,77285315
A l'intérieur des groupes	13,9375	18	0,77430556			
Total	18,15625	23				

Tableau 10 : Analyse de la variance à un seul facteur : comparaison de taux de mortalité des abeilles en fonction des concentrations, pour l'extrait de la sauge appliqué par la méthode papier.

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	0	0	0
C2	4	5	1,25	2,75
C3	4	4,5	1,125	5,0625
T1 H2O	4	0	0	0
T2 éthanol	4	3,5	0,875	1,0625
T3 A. Varroa	4	0	0	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	9,05357143	6	1,50892857	0,69834711	0,65391821	2,57271164
A l'intérieur des groupes	45,375	21	2,16071429			
Total	54,4285714	27				

Tableau 11 : Analyse de la variance à un seul facteur : comparaison de taux de mortalité des abeilles en fonction des concentrations, pour l'extrait de la sauge appliqué par la méthode pulvérisation.

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	2	0,5	1
C2	4	2,5	0,625	1,5625
C3	4	5	1,25	4,75
T1 H2O	4	0,5	0,125	0,0625
T2 éthanol	4	1,5	0,375	0,22916667
T3 A. Varroa	4	0	0	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	3,92708333	5	0,78541667	0,61972603	0,006572092	2,77285315
A l'intérieur des groupes	22,8125	18	1,26736111			
Total	26,7395833	23				

Tableau 12 : Analyse de la variance à un seul facteur : comparaison de taux de mortalité des abeilles en fonction des concentrations, pour l'extrait de la sauge appliqué par la méthode contact.

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	5	1,25	6,25
C2	4	5,5	1,375	7,5625
C3	4	4,5	1,125	5,0625
T1 H2O	4	1,5	0,375	0,22916667
T2 éthanol	4	5	1,25	2,41666667
T3 A. Varroa	4	0	0	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	6,42708333	5	1,28541667	0,35837367	0,87013004	2,77285315
A l'intérieur des groupes	64,5625	18	3,58680556			
Total	70,9895833	23				

Tableau 15 Analyse de variance : deux facteurs comparaison de taux de mortalité de varroa en fonction de l'extrait de marrube.

<i>RAPPORT DÉTAILLÉ</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	13	3,25	2,25
C2	4	15	3,75	0,91666667
C3	4	17	4,25	0,25
Standard 1	4	17	4,25	0,91666667
Standard 2	4	19	4,75	0,25
Anti-varroa	4	20	5	0
1h	6	21	3,5	1,1
2h	6	23	3,833333333	1,36666667
3h	6	27	4,5	0,3
4h	6	30	5	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Concentrations	8,20833333	5	1,641666666	4,3777777	0,0672486	2,901294536
Durée	8,125	3	2,708333333	7,2222222	0,0031765	3,287382105
Erreur	5,625	15	0,375	2	8	
Total	21,9583333	23				

Tableau 16 Analyse de variance : deux facteurs comparaison de taux de mortalité de varroa en fonction de l'extrait de la Rue officinalis.

<i>RAPPORT DÉTAILLÉ</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	16	4	2
C2	4	18	4,5	0,33333333
C3	4	14	3,5	3,66666667
Standard 1	4	17	4,25	0,91666667
Standard 2	4	19	4,75	0,25
Anti-varroa	4	20	5	0
1h	6	19	3,166666667	2,16666667
2h	6	25	4,166666667	0,56666667
3h	6	30	5	0
4h	6	30	5	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>DDL</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Concentrations	5,833333333	5	1,166666667	2,23404255	0,104550609	2,901294536
Durée	13,66666667	3	4,555555556	8,72340426	0,001373124	3,287382105
Erreur	7,833333333	15	0,522222222			
Total	27,33333333	23				

Tableau 17 Analyse de variance : deux facteurs comparaisons de taux de mortalité de varroa en fonction de l'extrait de la fleur de figuier.

<i>RAPPORT DÉTAILLÉ</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	19	4,75	0,25
C2	4	19	4,75	0,25
C3	4	20	5	0
Standard 1	4	17	4,25	0,9166667
Standard 2	4	19	4,75	0,25
Anti-varroa	4	20	5	0
1h	6	25	4,166666667	0,5666667
2h	6	29	4,833333333	0,1666667
3h	6	30	5	0
4h	6	30	5	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Lignes	1,5	5	0,3	2,076923	1 0,12529838	2,901294536
Colonnes	2,833333333	3	0,944444444	6,538461	5 0,00480881	3,287382105
Erreur	2,166666667	15	0,144444444			
Total	6,5	23				

Tableau 18 : Analyse de variance : deux facteur comparaison de taux de mortalité de varroa en fonction de l'extrait de la sauge

<i>RAPPORT DÉTAILLÉ</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
C1	4	12	3	2
C2	4	18	4,5	1
C3	4	16	4	0,66666667
Standard 1	4	17	4,25	0,91666667
Standard 2	4	18	4,5	0,33333333
Anti-varroa	4	20	5	0
1h	6	20	3,33333333	1,06666667
2h	6	24	4	1,2
3h	6	27	4,5	0,7
4h	6	30	5	0

ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>DDL</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Lignes	9,20833333	5	1,84166667	4,91111111	0,007341	2,90129454
Colonnes	9,125	3	3,04166667	8,11111111	0,00191203	3,2873821
Erreur	5,625	15	0,375			
Total	23,9583333	23				

Résumé

L'abeille *Apis mellifera* est un insecte important pour maintenir la biodiversité, les abeilles semblent être de plus en plus menacées à l'échelle mondiale par le varroa *destructor* qui cause le déclin de la colonie qu'il infecte. Notre travail consiste à étudier l'effet acaricides de quatre extraits de plante au laboratoire : le figuier de barbarie *Opuntia ficus-indica*, le marrube *Marrubium vulgare*, la sauge *Salvia officinalis*, et la rue de jardin *Ruta graveolens* à différentes concentrations 0,5mg/ml, 1mg/ml et 2mg/ml de chaque extrait avec répétitions deux fois.

Il ressort des résultats obtenus avec la méthode de dégouttement, que les extraits expriment une toxicité significative vis-à-vis du varroa cependant il est signalé que l'extrait utilisée sont bénéfique pour les abeilles.

Les extraits présentent une meilleure voie dans la lutte biologique et leur efficacité varie selon les molécules composantes, les méthodes, la durée et les dosages utilisés.

Mots clés : *Apis mellifera*, varroa *Destructor*, Extrait, *Opuntia ficus-indica*, *Marrubium vulgare*, *Salvia officinalis*, *Ruta graveolens*.

Abstract

The bee *Apis mellifera* is an important insect for maintaining biodiversity, bees seem to be increasingly threatened on a global scale by *Varroa destructor* which causes the decline of the colony it infects. Our work consists of studying the acaricidal effect of four plant extracts in the laboratory: prickly pear *Opuntia ficus-indica*, horehound *Marrubium vulgare*, sage *Salvia officinalis*, and garden rue *Ruta graveolens* at different concentrations 0.5 mg/ml, 1mg/ml and 2mg/ml of each extract with repetitions twice.

It appears from the results obtained with the dripping method that the extracts express significant toxicity towards *varroa*, however it is reported that the extract used is beneficial for bees. Extracts present a better route in biological control and their effectiveness varies depending on the component molecules, methods, duration and dosages used.

Key words : *Apis mellifera*, varroa *Destructor*, Extract, *Opuntia ficus-indica*, *Marrubium vulgare*, *Salvia officinalis*, *Ruta graveolens*.

ملخص

النحل حشرة مهمة للحفاظ على التنوع البيولوجي، ويبدو أن النحل مهدد بشكل متزايد على نطاق عالمي من قبل الفاروا ديستراكتور الذي يعتبر يتسبب في تراجع المستعمرة التي يصيبها. يتكون عملنا من دراسة التأثير القاتل للقراد لأربعة مستخلصات نباتية في المختبر: التين الشوكي من كل مستخلص مع التكرار مرتين. الفراسيون الشائع، الفيجل، سلمية، و بتركيزات مختلفة 0.5 ملغم / مل، 1 ملغم / مل و 2 ملغم / مل.

ويبدو من النتائج التي تم الحصول عليها بطريقة التنقيط أن المستخلصات تعبر عن سمية كبيرة تجاه الفاروا، إلا أنه ورد أن المستخلص المستخدم مفيد للنحل.

تمثل المستخلصات طريقاً أفضل في مكافحة البيولوجية وتختلف فعاليتها اعتماداً على الجزيئات المكونة والطرق والمدة والجرعات المستخدمة.

الكلمات المفتاحية: النحل، الفاروا ديستراكتور، مستخلص، التين الشوكي، الفراسيون الشائع، الفيجل، سلمية.