



Institut des Sciences
Vétérinaires-Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Etude bibliographique de l'effet acaricide de l'huile essentielle de
thym (*Thymus vulgaris*) sur le *Varroa jacobsoni* L.**

Présenté par
Hamadouche Ikram

Soutenu le aout2020

Devant le jury :

Président(e) : KEBOUR D. Pr Université blida1

Examineur : OUCHENE N. MCA Université blida1

Promoteur : MEKADEMI K. Docteur vétérinaire Université blida1

Année : 2019 /2020

Remerciements

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

Je tiens à remercier la Présidente du jury Mme. **KEBOUR D**, et L'Examineur Mr. **OUCHENE N**, qui ont bien voulu m'honorer par leur Évaluation de ce mémoire.

J'adresse mon vif remerciement, en tout premier pour sa patience et les Précieux conseils pour m'avoir dirigée tout au long de ce travail, mon promotrice Mme. **MEKADEMI K**.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la Réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents, les plus chers au monde, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études, que dieu les garde et les protège.

A mon cher frère Mahmoud Sohaib, A mes chères sœurs Yasmina et Nassiba,

Pour leur appui et leurs encouragements permanents,

A mes adorables neveux Mustapha, Barae, Iyas,

A mon grand-père,

A ma chère tante Amina, ainsi que mes cousines Zoubida, Chifae,

A tous mes amis, tout particulièrement mes chères Nadia et Soumia,

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

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Résumé

Notre étude bibliographique porte sur plusieurs recherches menées à travers le monde basées sur le traitement contre le *Varroa jacobsoni*, ennemi majeur de l'abeille mellifère (*Apis mellifera*), à base de l'huile essentielle du thym « *Thymus vulgaris* » afin de prouver son efficacité dans le domaine apicole, et d'encourager l'orientation vers la lutte biologique par des moyens naturels et écologiques.

Le travail a mis en évidence des définitions et des concepts scientifiques de l'abeille domestique ; de l'acarien parasite de l'abeille *Varroa jacobsoni*, ainsi que les différents moyens de lutte appliquée et les mesures alternatives et de la propriété antiparasitaire de l'huile essentielle de thym.

Mots clés : *Apis mellifera*, *Varroa jacobsoni*, *Thymus vulgaris*, huile essentielle, bio acaricide.

تركز دراستنا البيولوجية على العديد من ريت عبر العالم حول العلاج ضد الفروا، العدو الرئيسي لنحل العسل اعتمادا على الزيت الاساسية للزعر (*Thymus vulgaris*) من أجل إثبات فعاليتها في مجال تربية النحل، مشجعة التوجه نحو السيطرة البيولوجية بالوسائل الطبيعية والايكولوجية.

وقد أبرز العمل تعريفات ومفاهيم علمية لنحل العسل؛ والعت الطفيلي للنحل (*varroa jacobsoni*)؛ وكذلك أساليب الوقاية المختلفة المطبقة والتدابير البديلة والخاصية المضادة للطفيليات لزيت الزعر الأساسي .

لزييت الأساسي ، مبيد قراد بيولوجي.

الكلمات الأساسية:

Abstract

Our bibliographical study focuses on several research studies conducted around the world based on the treatment against varroa, the honey bee's major enemy, based on the essential oil of the thyme «*Thymus vulgaris*» in order to demonstrate their effectiveness in bee-keeping and to encourage the orientation toward biological control by natural and ecological means.

The work has highlighted definitions and scientific concepts of the honeybee; of the parasitic mite of the bee *Varroa jacobsoni*; as well as the various control methods applied and alternative measures and the antiparasitic properties of thyme essential oil.

Keywords: bee, *varroa jacobsoni*, *thymus vulgaris*, essential oil, bio-acaricide.

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Sommaire	
Introduction	1

Chapitre I : Généralités sur l'abeille

I.1.définition.....	3
I.2.Systématique des abeilles	3
I.3.Morphologie générale de l'abeille	3
I.3.1. Tête.....	4
I.3.2.Thorax.....	4
I.3.3.L'abdomen.....	4
I.4.Anatomie et physiologie de l'abeille.....	5
I.4.1.La reine	5
I.4.2.L'ouvrière.....	6
I.4.3.Le mâle.....	6
I.4.4.Le développement des abeilles	6
I.5.La ruche	7
I.5.1.Les bâtisses.....	7
I.5.2.La ruche	8
I.5.2.1.Les ruches à bâtisses fixes.....	8
I.5.2.2.Les ruches à rayons mobiles.....	8
I.5.3.Le couvain.....	8
I.5.4.La division du travail dans la ruche.....	9
I.6.les Produits de la ruche.....	10
I.6.1.Miel.....	10

I.6.2.Propolis.....	10
I.6.3.Venin.....	11
I.6.4.Gelée royale.....	11
I.6.5.Pollen.....	12
I.6.6.Pain d'abeille.....	12
I.6.7.Cire d'abeille.....	12
I.6.8.Larves.....	12

Chapitre II : Etude de la varoise

II.1.Définition.....	14
II.2.l'agent étiologique: le varroa.....	14
II.2.1.définition et répartition.....	14
II.2.2.Morphologie.....	15
II.3.Cycle biologique.....	15
II.4.Pathogénie.....	16
II.5.Diagnostic.....	17
II.6.Lutte contre le varroa.....	19
II.6.1.la résistance des abeilles.....	19
II.6.1.1. Comportement d'épouillage.....	19
II.6.1.2.L'essaimage.....	19
II.6.1.3.comportement hygiénique.....	19
II.6.2.moyens de lutte.....	20
II.6.2.1.Les acides organiques en cours de saison et/ou en hiver, dont oxalique et formique.....	20
II.6.2.2.Les médicaments à base d'huiles essentielles en cours de saison ou en préparation à l'hivernage.....	21
II.6.2.3.Les mesures de lutte alternative.....	21

CHAPITRE III : *Thymus vulgaris* et huile essentielle

III.1.presentation de l'espèce végétale.....	22
III.1.1.Classification.....	22
III.1.2.Description.....	22
III.1.3.Domaine d'utilisation	23
III.2.Huile essentielle.....	24
III.2.1.Généralités.....	24
III.2.2.techniques d'extraction.....	24
III.2.3.Paramètres influençant la composition quantitative et qualitative des huiles essentielles.....	25
III.2.3.1.Facteurs intrinsèques.....	25
III.2.3.2.Facteurs extrinsèques.....	25
III.2.4.La toxicité des huiles essentielles.....	25
III.2.5.L'utilisation des huiles essentielles.....	26
III.2.6.Huile essentielle de thym (à thymol).....	27
III.2.5.1.Utilisation contre le varroa.....	27
III.2.5.2.Les résidus.....	28
III.2.5.3.Effet sur les abeilles.....	29
Conclusion.....	30
Références bibliographiques.....	31

Liste des tableaux

Tableau 1: stades de développement des différentes castes de l'abeille.....	7
Tableau 2: Importance de l'infestation de varroa selon le % dénombré par le décompte à l'alcool.....	18
Tableau 3: Principaux acaricides contre la varroise	20
Tableau 4: les valeurs de résidus de thymol retrouvés dans la cire et dans le miel.....	28

Liste des figures

Figure 1: schéma d'une ouvrière (anatomie de l'abeille)	4
Figure 2: combat des reines	6
Figure 3: Reine fécondée.....	6
Figure 4: schéma représentant l'évolution des abeilles.....	7
Figure 5: construction des bâtisses.....	8
Figure 6: cellule royale.....	9
Figure 7: abeilles gardiennes et ventileuses.....	9
Figure 8: abeille butineuse.....	10
Figure 9: produit: apilarnil.....	13
Figure 10: carte de la répartition géographique de <i>varroa jacobsoni</i>	14
Figure 11: <i>varroa jacobsoni</i>	15
Figure 12: morphologie générale de <i>varroa jacobsoni</i>	15
Figure 13: Le cycle évolutif de <i>varroa jacobsoni</i>	16
Figure 14: abeille saine (à gauche) et abeille parasitée par <i>varroa</i> (à droite).....	17
Figure 15 : Un rameau de <i>Thymus vulgaris</i>	22

Liste des abréviations

- **µg** : microgramme.
- **µl** : microlitres.
- **AMM** : Autorisation de mise sur le marché.
- **DL₅₀** : Dose létale médiane.
- **GR** : gelé royale.
- **HE** : Huile essentielle.
- **LMR** : Limite maximale des résidus.

Introduction

Chapitre I :

Généralités sur l'abeille

Chapitre II :

Etude de la varoïse

Chapitre III :
Thymus vulgaris et
huile essentielle

Conclusion

Références bibliographiques

Introduction

Les abeilles domestiques et sauvages tiennent un rôle-clé dans les écosystèmes terrestres. En effet, la majorité des phanérogames ne pourrait accomplir leur cycle de développement sans l'intervention de pollinisateurs, qui participent de manière prépondérante à la reproduction de nombreux végétaux (Allen-Wardell et al., 1998 ; Michener, 2000). L'incidence de la pollinisation par les insectes est difficile à évaluer. Toutefois, dans nos régions, 84% des espèces cultivées sont directement ou indirectement tributaires de l'activité des insectes pollinisateurs (Williams, 1996). Outre l'amélioration de la fécondation des plantes cultivées, l'abeille domestique, parmi les hyménoptères pollinisateurs, revêt d'autres intérêts dont : la production de miel, de propolis et de gelée royale, le maintien de la diversité génétique et le rôle de bio indicateur (Free, 1993 ; Kevan, 1999). En tant qu'espèce animale à comportement social, elle constitue un modèle biologique d'intérêt majeur (von Frisch, 1967).

Mais, les populations de ces pollinisateurs connaissent un déclin qui semble s'accélérer (Decourtye, A. 2006), à cause d'un ectoparasite *Varroa jacobsoni* dont la plupart des chercheurs l'envisagent d'être l'ennemi le plus destructeur de l'abeille de miel.

L'acarien parasite, initialement nommé *Varroa jacobsoni*, a été signalée pour la première fois en dehors de son aire de répartition naturelle, l'Asie du Sud-Est en 1949, et par la suite rapidement répartis dans toute l'Europe, l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, l'Afrique et la région Asie-Pacifique. En Asie, l'acarien varroa est passé de son hôte naturel *Apis cerana* à *Apis mellifera* pendant la première partie du XXe siècle, puis sur tout le continent, atteignant l'Europe en 1970 (Matheson, 1995).

La maladie était signalée pour la première fois en Algérie en 1981 dans un rucher de l'Est (Oum El. theboul pâturages Kala Coopératives) (Adjlane et al., 2013).

Il a été récemment identifié comme un facteur majeur responsable des pertes de colonie dans le monde entier.

Des études montrent que l'utilisation des acaricides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus adaptée pour lutter contre le varroa à cause de son efficacité et son application rapide et facile. Cependant, leur emploi intensif crée des générations de varroa résistantes à ces produits, et en plus ils peuvent provoquer une pollution des produits des ruches et l'affaiblissement des colonies ; Ils sont toxiques, non seulement pour les abeilles, mais également pour l'homme et l'environnement (Guedjal, 2019).

Alors il semble intéressant de se tourner vers d'autres moyens de contrôle naturel. Les huiles essentielles font partie de ces produits naturels qui peuvent présenter une alternative (Adjlane et al., 2016).

Les plantes médicinales et aromatiques demeurent une source inépuisable de substances biologiquement actives et possèdent des propriétés biologiques très intéressantes qui trouvent une application dans divers domaines : médecine, pharmacie, agriculture, apiculture, ...

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes médicinales, au regard de sa superficie et de sa diversité bioclimatique. Le genre *Thymus* comprend plusieurs espèces botaniques réparties sur tout le littoral et même dans les régions internes jusqu'aux zones arides. Ces espèces sont très riches en huiles essentielles (Ghomari et al., 2014).

Plus de 150 huiles essentielles ont été testées pour mettre en évidence leur activité acaricide. Seules quelques-unes se sont révélées prometteuses lors d'essais de terrains. Parmi elles, c'est surtout le thymol qui s'est imposé en pratique, en particulier dans les protocoles de lutte biologique contre varroa, également pour sa bonne tolérance par les abeilles (Imdorf et al., 1999).

L'objectif de notre étude est de mettre en évidence l'activité acaricide du thym (*Thymus vulgaris*). Nous aborderons tout d'abord une approche générale de l'abeille domestique. Par la suite une étude sur la varroise due à l'acarien parasite obligatoire de l'abeille (*Varroa jacobsoni*) et les différents modes de lutte et traitements utilisés en apiculture moderne.

Et une troisième partie présentera l'espèce végétale : le thym et son huile essentielle impliquée dans le traitement contre le varroa avec des études expérimentales.

Chapitre I : Généralités sur l'abeille

I.1.définition :

Les abeilles sont des insectes de l'ordre des hyménoptères, comme les guêpes et les fourmis. Il en existe au moins 20 000 espèces différentes dans le monde. Parmi toutes les abeilles, les espèces d'abeilles mellifères du genre *Apis* ne sont que neuf. Leur caractéristique commune : la production du miel. C'est l'abeille qui fait tout le travail. L'apiculteur accompagne ses colonies et récolte sa part de miel à la fin de la saison.

Les abeilles jouent un rôle prépondérant dans la nature de par leur faculté à poloniser. Elles sont un des enjeux majeurs de l'écologie.

I.2.Systématique des abeilles:

(D'après Christine & Bernard Nicollet, 1990)

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : *Pterygota*

Infra-Classe : *Neoptera*

Super-Ordre : *Endopterygota*

Ordre : *Hymenoptera* (Hyménoptères)

Sous-ordre : Apocrites Aculéates (abdomen distinct du thorax avec aiguillon non visible au repos)

Genre : *Apis*

Sous-genre : *Mellifera*

Le cheptel apicole algérien est constitué de deux races:

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

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

I.3. Morphologie générale de l'abeille :

Le corps est divisé en 3 parties :

- la tête,
- le thorax
- et l'abdomen

I.3.1. Tête

Elle est composée de

- 2 yeux
- 3 ocelles
- 2 antennes
- Des pièces buccales

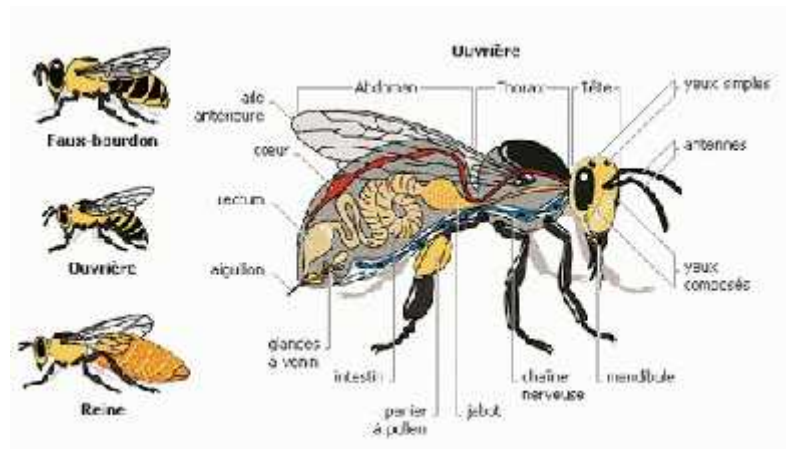


Figure 1 : schéma d'une ouvrière: anatomie de l'abeille (pinterest.com, Phyllis F)

I.3.2. Thorax

Le thorax est la partie centrale, axé principalement sur la locomotion, composé de 2 paires d'ailes et de 3 paires de pattes. Les muscles du thorax permettent à l'abeille de contrôler le mouvement des ailes pendant le vol. Les contractions rapides des muscles produisent le battement des ailes.

I.3.3. L'abdomen

L'abdomen contient les organes vitaux :

- Le système digestif
- En grande partie le système respiratoire
- Le système reproductif (pour la reine)
- L'appareil vulnérant (le dard, la poche à venin ainsi que son mécanisme) – uniquement pour les reines et les ouvrières

Et certaines glandes tels que :

- Les glandes cirières
- La glande de Nasanov
- La glande alcaline

L'abdomen est formé de 7 segments, chaque segment est composé d'une plaque ventrale et dorsale reliées par des membranes. Elles permettent l'extension de l'abdomen lorsque l'abeille se gorge de nectar ou d'eau.

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

L'abeille domestique possède une biologie bien particulière, due à son comportement social et sa coévolution avec les plantes à fleurs. Il existe des différences marquées entre les trois castes d'abeilles : la reine, l'ouvrière et le mâle. L'appareil buccal est adapté à l'ingestion de liquides, tels que le nectar ou le miellat. Les pattes de l'abeille sont dotées d'une « poche » à pollen. Les poils répartis sur tout le corps, même sur les yeux, permettent de récolter un maximum de pollen lorsque l'abeille butine une fleur. La brosse à pollen permet la récolte du pollen accroché aux poils de l'abeille (*Gilles, 2010*).

I.4.1. La reine :

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

Elle est facilement reconnaissable par son abdomen et son thorax plus développés que ceux des ouvrières. Elle mesure en moyenne 16 mm de long et son thorax atteint 4,5 mm de diamètre (*Biri, 2010*). Elle pèse entre 178 et 298 mg (*Wendling, 2012*).

3 à 6 jours après la naissance, par beau temps, la reine part en vol nuptial. Elle trouve un nuage de mâles, elle est fécondée par 10 à 12 mâles, ce qui lui permet de remplir sa spermathèque. Elle rentre ensuite à la ruche. Le sperme mature 3 ou 4 jours, puis la ponte commence. En pleine saison, la ponte peut aller jusqu'à 2000 œufs/jours. La reine est nourrie exclusivement à la gelée royale. Sa durée de vie est de 5 ans. A l'état normal deux reines ne peuvent pas cohabiter dans la même ruche. La mère la plus faible est toujours tuée par la plus forte.



Figure2: combat des reines (freney, 2007)



Figure 3: Reine fécondée (Freney, 2007)

I.4.2.L'ouvrière :

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

I.4.3.Le mâle :

Il se caractérise par un corps massif (diamètre thorax de 5,5 mm) et peut atteindre 12 à 14 mm de long .Il pèse entre 196 et 225 mg (*Wendling, 2012*).

Il est dépourvu de dard, de plaques cirières et du système collecteur de pollen de la troisième paire de pattes. En revanche, ses yeux composés sont nettement plus développés. Il est inexistant au printemps. Sert principalement à la fécondation, et à réguler la température de la ruche. A la fin de l'été, il est tué par la colonie, sa durée de vie est de 3 à 4 mois.

I.4.4.Le développement des abeilles :

Les trois castes d'abeilles traversent quatre stades de développement : œuf, larve, pupa et imago (insecte parfait). La durée de développement varie en fonction de la caste **16 jours Pour la reine, 21 pour l'ouvrière et 24 chez le faux-bourdon.**



Figure 4: schéma représentant l'évolution des abeilles (freney, 2007).

Tableau 1: stades de développement des différentes castes de l'abeille (freney, 2007).

DE L'OEUF À LA NAISSANCE DE L'INSECTE ...				
STADES DE DÉVELOPPEMENT		REINE	OUVRIÈRE	MÂLE
COUVAIN OUVERT	OEUF	3 jours	3 jours	3 jours
	ÉVOLUTION DE LA LARVE	5,5 jours	6 jours	6,5 jours
COUVAIN OPERCULÉ	FILAGE DU COCON REPOS ET NYMPHOSE	7,5 jours	12 jours	14,5 jours
NB DE JOURS DE LA PONTE À L'ÉCLOSION		16 jours	21 jours	24 jours

NB: un allongement de ces durées de quelques heures peut être observé par temps froid ou en cas de conditions défavorables à l'intérieur de la ruche

I.5. La ruche :

I.5.1. Les bâtisses :

L'abeille aligne des hexagones réguliers constitués de particules de cire qui suintent des anneaux de l'abdomen des cirières.

L'examen des rayons d'une ruche montre que les bâtisses sont verticales, parallèles et séparées par des intervalles libres destinés à la circulation des abeilles.

Les alvéoles sont utilisés soit comme berceau pour la larve, soit comme récipient à nourriture.



Figure 5: construction des bâtisses (freney, 2007).

I.5.2.La ruche :

La ruche est l'abri de la colonie d'abeilles. La ruche consomme environ 60 litres d'eau par an. La colonie aime l'eau chargée en sels minéraux. La colonie a une zone de butinage qui s'étend de 3 à 5 km de la ruche. Nous distinguons 2 types de ruches :

I.5.2.1.Les ruches à bâtisses fixes :

Les rayons sont attachés contre les parois de la ruche et ne peuvent pas être déplacés sans avoir au préalable été découpés. Ces ruches en tronc d'arbre, en paille, en liège ou en planches, ont donc des rayons fixes. Les visites internes de la colonie ne sont pas possibles. Aucune technique d'apiculture moderne n'est applicable. Ces ruches donnent une récolte souvent insignifiante à notre époque. Elles sont abandonnées.

I.5.2.2.Les ruches à rayons mobiles :

Les bâtisses sont encastrées dans des cadres en bois. Ceci rend le rayon mobile et permet de visiter entièrement une ruche sans causer de dommage à ses occupants. Seuls les rayons de miel seront prélevés au moment de la récolte.

Le miel sera extrait tout en laissant intacte la cire des bâtisses grâce à l'utilisation d'un extracteur. Ces ruches sont les seules utilisées par l'apiculteur moderne.

I.5.3.Le couvain :

Le couvain est l'ensemble des œufs, des larves et des nymphes qui reposent dans un rayon.

Les œufs sont pondus dans des cellules de forme hexagonale absolument régulières.

Les œufs de mâles sont pondus dans des cellules un peu plus grandes que celles d'ouvrières.

Les reines sont élevées dans des cellules spéciales en forme de gland, dites "cellules royales".



Figure 6: cellule royale (freney, 2007).

I.5.4. La division du travail dans la ruche :

La tâche effectuée par une ouvrière est fonction de son âge. Par exemple une abeille ne pourra sécréter de la cire qu'entre le 12ème et le 18ème jour de son existence. Cette période correspond au développement maximum des glandes cirières de l'insecte. Une abeille est nourrice, puis cirière et termine son existence comme butineuse. D'une façon générale, les jeunes ouvrières restent dans la ruche et les ouvrières âgées sortent à l'extérieur.

Nous pouvons donc distinguer :

Les abeilles d'intérieur : Nourrices, couveuses, cirières, nettoyeuses, magasinieres, calfeutreuses, ventileuses, gardiennes ...

Les abeilles d'extérieur : Butineuses de nectar, récolteuses de pollen, pourvoyeuses d'eau, récolteuses de propolis ... (Freney, 2007).



Figure 7: abeilles gardiennes et ventileuses (freney, 2007).



Figure 8: abeille butineuse (freney, 2007).

I.6.les Produits de la ruche :

I.6.1.Miel :

D'après l'annexe du codex Alimentarius norme pour le miel, le miel est défini ainsi : le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou à partir de sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche (CODEX STAN 12-1981, révisé en 2001).

Il existe de nombreuses variétés de miels, correspondant aux fleurs et plantes visitées par les abeilles (Clément, 2009). Une colonie consommera 40 kilos de miel en une année.

Il est bien connu pour ses capacités dynamisantes, apéritives, anti-inflammatoires et anti-oxydantes, qui peuvent être utiles pour la prévention des processus inflammatoires chroniques (Vallianou et al., 2014). Il a été rapporté que le miel avait un effet inhibiteur sur environ 60 espèces de bactéries, Une action antifongique a également été observée (Olaitan et al., 2007).

I.6.2.Propolis :

La propolis est une substance résineuse, aromatique, gommeuse, de couleur variable, récoltée par les abeilles sur l'écorce et les bourgeons de certaines plantes ou arbres à laquelle elles ajoutent leurs propres sécrétions comme la salive et la cire (Biri, 2010).

La propolis est utilisée par les ouvrières pour protéger leurs nids de l'humidité, des courants d'air, pour les isoler du danger. La propolis sert aussi à maintenir l'hygiène, elle est utilisée en couches fines pour vernir l'intérieur des alvéoles à couvain avant que la reine y pondre ses œufs,

fournissant ainsi une unité résistante, imperméable et hygiénique pour le développement des larves (*Bradbear, 2010*).

Les résultats prometteurs récemment publiés indiquent la possibilité d'utiliser un dérivé de la propolis pour le traitement ou la prévention du développement du cancer par le biais d'une activité cytotoxique tueuse naturelle (*Takeda et al., 2018*).

La propolis potentialise le système de défense de l'hôte et les modificateurs de la réponse immunitaire biologique. Il peut améliorer de manière significative la fonction phagocytaire des macrophages... (*Tao et al, 2014*).

I.6.3.Venin :

Le venin est une sécrétion glandulaire stockée dans une vésicule spéciale et éliminée en cas de danger dans un réflexe **d'auto-défense** (*Mizrahi et Lensky, 2013*).

La synthèse des venins commence après deux ou trois jours, tandis que le taux de production maximal est atteint lorsque les abeilles ont deux ou trois semaines, ce qui correspond à la période pendant laquelle l'abeille devient butineuse ou gardienne. Les ouvrières plus âgées produisent moins de venin. Une piqûre contient environ 100 µg de venin sec. Sa quantité maximale étant celle des reines nouvellement émergées, afin de faciliter leur combat pour la survie contre les reines concurrentes (*Bogdanov, 2016*).

En raison de ses propriétés anticoagulantes et anti-inflammatoires, le venin d'abeille a été principalement utilisé pour traiter de nombreux troubles inflammatoires comme l'arthrite, la bursite, la tendinite,... (*Mohamed, 2012*).

I.6.4.Gelée royale :

La gelée royale est un liquide laiteux qui nourrit les larves des abeilles, elle est sécrétée par un ensemble de glandes salivaires, la plus importante étant la glande pharyngienne des jeunes ouvrières nommées nourrices. Elle contient des sucres et des protéines ajoutés par les estomacs des abeilles ouvrières. C'est une substance indispensable pour la ruche car elle assure son existence et son fonctionnement, une larve destinée à devenir une reine se développe dans une alvéole en cire particulièrement spacieuse à l'intérieur de laquelle les nourrices apportent de grandes quantités de gelée royale qui contient de nombreuses hormones de croissance (*Bradbear, 2010*).

Il a été rapporté que la GR possède de nombreuses propriétés notamment au niveau métabolique, nutritif et énergétique (*Domerego, 2002*).

I.6.5.Pollen :

Le pollen constitue l'élément fécondant mâle de la fleur, il apparaît sous forme de minuscules grains de forme plus ou moins ovoïde initialement contenus dans les anthères à l'extrémité des étamines. Le pollen est l'unique source de protéines dans la ruche ce qui en fait un aliment indispensable pour la colonie. La couleur et la composition du pollen varient d'une espèce végétale à l'autre offrant des teintes jaunes plus ou moins foncés, bleue, rouges et même noires (Clément, 2009).

Le pollen peut être utile dans certaines carences alimentaires, en administration quotidienne. Il est mieux connu pour ses effets antioxydants, anti-cancérogènes, antibactériens, antiallergiques, immunostimulants et anti anaboliques, ainsi que pour l'effet d'inhibiteurs d'enzymes spécifiques (Komosinska et al., 2015).

I.6.6.Pain d'abeille :

Le pain d'abeille est un mélange de pelotes de pollen, de miel et de ferments lactiques. C'est un produit vital pour la colonie car il constitue son unique source de protéines notamment lors des périodes de production de la gelée royale ou lors de l'élevage du couvain. Il présente également de nombreuses propriétés et est souvent utilisé en apithérapie (Mutsaers et al, 2005).

I.6.7.Cire d'abeille :

La cire d'abeille est produite par les glandes cirières des ouvrières qui l'utilisent pour construire les rayons qui structurent leur nid. Elle est produite par toutes les espèces d'abeilles. La cire produite par les espèces asiatiques d'abeilles se nomme la cire Geddha, ses propriétés chimiques et physiques sont différentes de celles de l'*Apis mellifera*, elle est moins acide. Les cires produites par les bourdons sont très différentes de celles qui sont produites par les abeilles à miel (Bradbear, 2010).

Les abeilles consomment environ 8 kg de miel pour produire 1 kg de cire (Bradbear, 2010).

I.6.8.Larves :

Sur le marché, le produit **Apilarnil** est très répandu. C'est une préparation à base de larves de **faux bourdons**, brevetée par Nicolae V. Iliesu. Obtenu par une méthode spéciale de malaxage de larves de mâles de sept jours avec la nourriture contenue dans les cellules de mâles des cadres respectifs. Le nom du produit évoque son origine apicole (api), la provenance larvaire

(lar) et les initiales de son inventeur (nil). Il a été breveté sous ce nom et enregistré comme marque déposée. A l'époque, sa reconnaissance en tant que produit biologique actif obtenu grâce à une technologie de pointe, à utiliser comme matière première pour de nombreux usages humains et vétérinaires a représenté une première mondiale. De par sa composition complexe et la présence de substances qui jouent un rôle hormonal, l'Apilarnil est extrêmement utile pour soigner les troubles de l'activité sexuelle, en régulant la fonction gonadique de façon différenciée selon le sexe. Il a un important effet tonique et psychotonique, il est énergisant, vitalisant, augmente les facultés de concentration et d'endurance, améliore la mémoire et le métabolisme, favorise le stockage du glucose, même chez les patients diabétiques insulinodépendants, et a un effet rajeunissant. (Strant, 2015).



Figure 9: produit: apilarnil (strant, 2015).

Chapitre II : Etude de la varroise

II.1. Définition :

La varroise est l'un des grands fléaux de l'apiculture mondiale. C'est une maladie parasitaire causée par l'acarien *Varroa jacobsoni*. La transmission entre les colonies se fait soit par transmission horizontale lors du pilage, de la dérive des ouvrières, ou encore de la visite des faux bourdons étrangers à la ruche, soit par transmission verticale lors de l'essaimage. Le couvain est « mosaïque » et paraît négligé. Une réduction brutale du nombre d'abeilles peut survenir. Les colonies évoluent vers la mort, le plus souvent durant la période hivernale en région tempérée (Boucher, 2016)

II.2. l'agent étiologique: le varroa

II.2.1. définition et répartition :

Le varroa (*Varroa jacobsoni*) est un acarien parasite de l'abeille adulte mais aussi des larves et des nymphes. Il est venant de l'Asie du Sud-Est, où il vit aux dépens d'une espèce d'abeilles qui résiste à ses attaques, au contraire de l'abeille domestique européenne *Apis mellifera*. Ce parasite provoque des pertes économiques importantes en apiculture et il est une des causes de la diminution du nombre d'abeilles (Anderson et Trueman, 2000).

La répartition de varroa est désormais mondiale, à l'exception de quelques enclaves insulaires et de l'Australie (Nazzi, 2016).

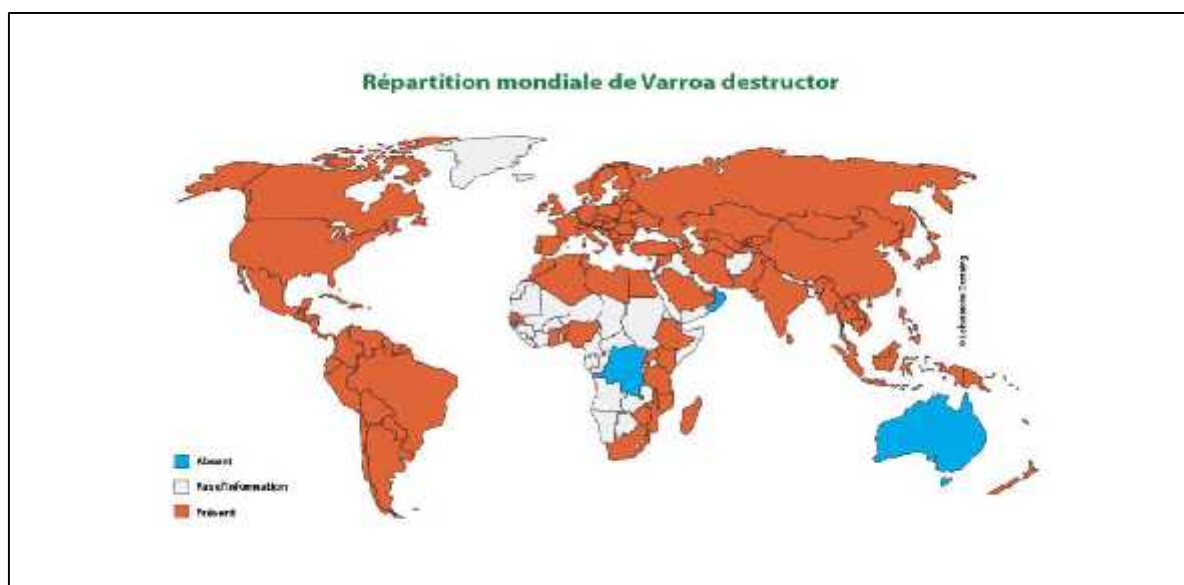


Figure 10: carte de la répartition géographique de varroa (varroa.fr).

Avant 2000, il était connu sous le nom de *Varroa jacobsoni*, qui a été décrit pour la première fois en 1904. En 2000 des recherches ont montré qu'il n'y avait pas une mais deux espèces différentes, *Varroa destructor* et *Varroa jacobsoni*, qui étaient confondues auparavant. Il a été montré que chacune de ces deux espèces étaient elle-même constituée de plusieurs haplotypes, c'est à dire de plusieurs « familles » de varroa partageant les mêmes caractéristiques génétiques. Chez *Varroa destructor*, deux seulement seraient infectants pour *Apis mellifera* : l'haplotype coréen et l'haplotype Japonais. L'haplotype coréen a une répartition mondiale. (Le Conte, 2005).



Foto: Gilles San Martin

Figure 11: *varroa destructor* (Gilles, 2010).

II.2.2.Morphologie :

Le varroa est comparable à un petit crabe aplati, de couleur rouge, mesurant de 1 à 1,8 mm de long sur 1,5 à 2 mm de large. Les pattes sont courtes, le corps est recouvert de nombreuses soies. Il appartient à l'embranchement des Arthropodes, tout comme les abeilles. C'est un acarien, avec un dimorphisme sexuel marqué : la femelle et le mâle sont différents et peuvent se distinguer facilement. Ils ont en commun d'avoir 4 paires de pattes et un corps qui se divise en 2 parties appelées idiosoma et gnathosoma. Les quatre paires de pattes permettent de se déplacer, se terminent par des ventouses puissantes pour s'agripper à l'abeille, appelées ambulacrum. Les pattes ont aussi un rôle sensoriel.

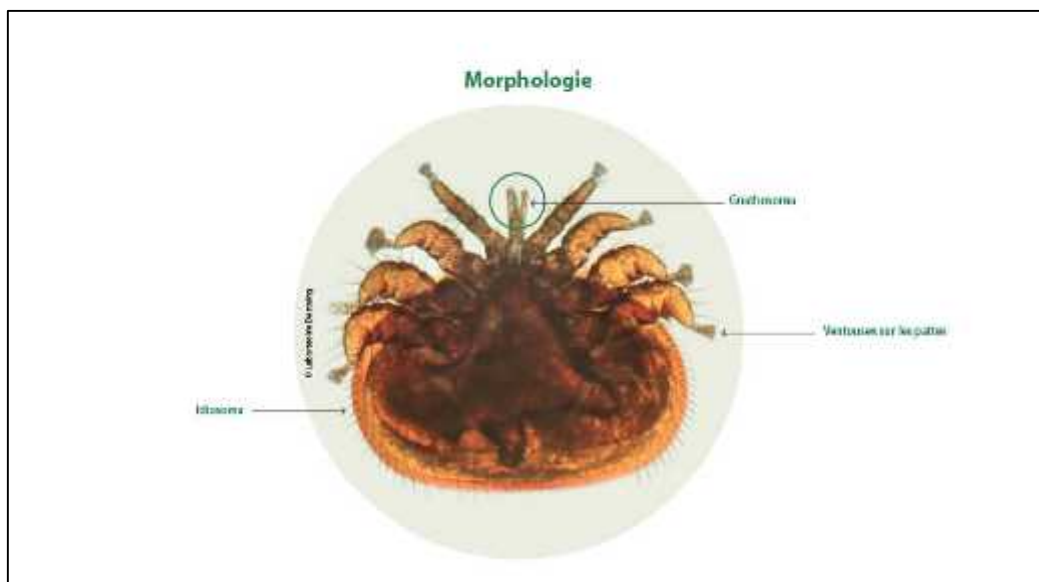


Figure 12: morphologie générale de *varroa jacobsoni* (varroa.fr).

II.3.Cycle biologique :

Le cycle de vie de *Varroa* est très lié au cycle de l'abeille. En effet *Varroa* est un parasite obligatoire de l'abeille, il ne peut rester que quelques jours sans se nourrir d'hémolymphe, qui est sa seule source de nourriture. De plus la reproduction de *Varroa* est étroitement synchronisée sur le cycle de l'abeille.

Sa température optimale de développement durant la phase de reproduction est de 32,5-33,4°C, soit exactement la température du couvain d'*A.mellifera*.

La femelle varroa pond ses œufs dans une cellule occupée par une larve d'abeille. Les œufs qui ont été fertilisés par le mâle varroa deviendront des femelles alors que les œufs non fertilisés produiront des mâles. Les larves se nourrissent de la nourriture apportée à la larve d'abeille. Les femelles atteignent l'âge adulte en 7 à 9 jours. Elles pourront ensuite attaquer l'abeille et se nourrir de son hémolymphe. Les mâles atteignent l'âge adulte en 5 à 7 jours, mais ceux-ci ne peuvent se nourrir de l'hémolymphe de l'abeille et dépendent par conséquent complètement de la nourriture de l'abeille. Avant que l'abeille ne sorte de la cellule, les mâles varroa doivent féconder les femelles. Les mâles meurent ensuite par manque de nourriture. Par contre, les femelles survivent et se déplacent dans la ruche en s'accrochant aux abeilles ainsi qu'aux faux-bourdons. Le varroa peut ensuite être aisément transporté par les abeilles d'une colonie à l'autre.

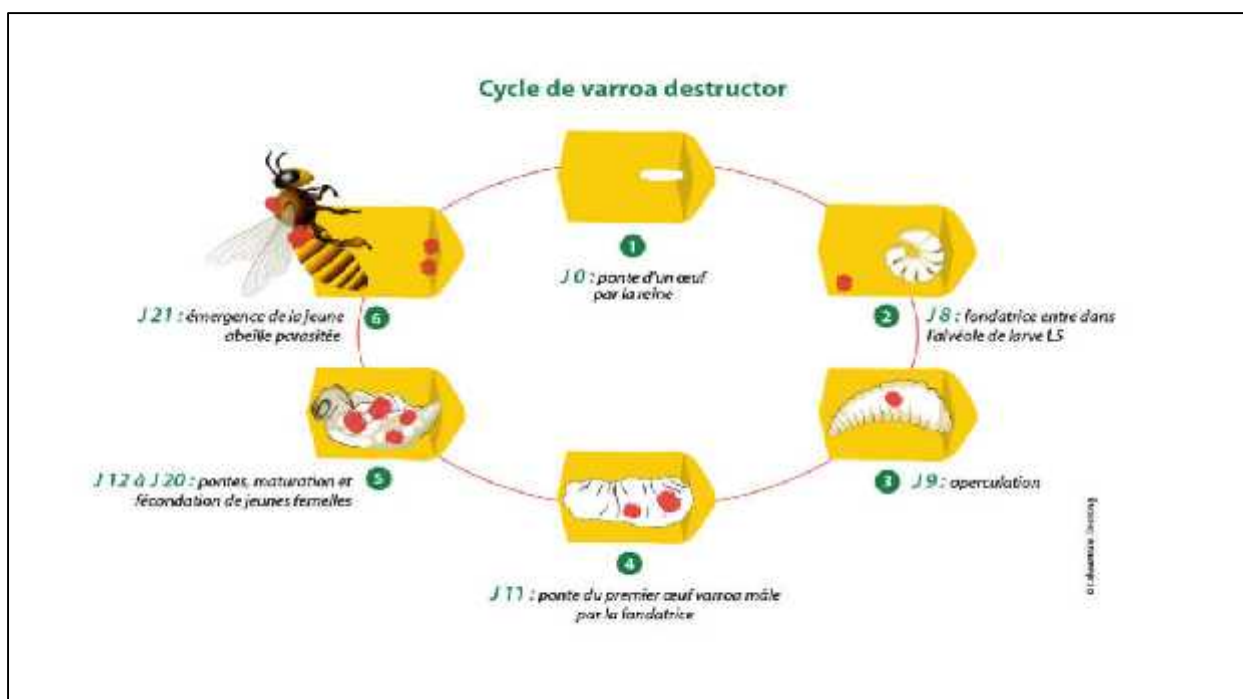


Figure 13: Le cycle évolutif de *varroa jacobsoni* (varroa.fr).

II.4.Pathogénie :

Varroa jacobsoni, pour arriver à se nourrir d'hémolymphe, doit d'abord percer la cuticule des abeilles (larves, nymphes, ou adultes). La blessure ne fait pas mourir l'abeille parasitée, mais la ponction d'environ 0,25 à 0,67 l d'hémolymphe par jour engendre chez elle un manque de protéines. Les abeilles parasitées naissent bien plus petites que les autres.

La concentration d'hémocytes participant à l'immunité apparait réduite, et la sensibilité des colonies à différents agents pathogènes augmenterait dans le cas de parasitisme.

Les abeilles parasitées sont également souvent déformées (ailes atrophiées, corps raccourci). Leur espérance de vie est moins longue, ce qui est grave pour des abeilles d'hiver qui doivent

survivre jusqu'au printemps et qui ne le pourront parfois pas, mettant alors en danger la survie de la colonie.

Les ouvrières parasitées durant leur développement voient leur stade nourrice raccourci et commencent à butiner plus tôt que les ouvrières saines, ainsi que les butineuses parasitées ont une capacité d'apprentissage moins élevé ce qui influence le comportement de vol, l'orientation, et le bon retour à la ruche.

Une forte infestation augmenterait le phénomène de supersédure (remplacement de la reine introduite par une nouvelle reine élevée par la colonie) lors de l'introduction d'une nouvelle reine fécondée. Les faux-bourçons parasités voient leur capacité de vol, et parfois leur production de spermatozoïdes, diminuer, les rendant ainsi moins actifs dans la reproduction.

Mais surtout *varroa destructor* transmet différents agents pathogènes lorsqu'il ponctionne l'hémolymphe: **les virus** par exemple : DWV : (deformed wing virus – virus des ailes déformées) ; ABPV : (acute bee paralysis virus – virus de la paralysie aigüe) ;...etc.

Il pourrait également être vecteur de **champignons** (on retrouve à sa surface des spores) : *Aspergillus flavus* ou *ascosphaera apis*. On retrouve également des **bactéries** sur la cuticule de *V.destructor*, et notamment *Paenibacillus larvae*, agent de la loque américaine.

Pour que la maladie se développe au sein de la colonie, il faut que le nombre d'abeilles parasitées soit suffisant. (Boucher, 2016)



Figure 14: abeille saine (à gauche) et abeille parasitée par varroa (à droite), (Dietemann, 2018).

II.5.Diagnostic :

Repose sur l'estimation du niveau d'infestation de la colonie, Pour réaliser cette estimation différentes méthodes existent (des langes /comptage du nombre de parasites tombés après application d'un acaricide /ouvertures d'environ 200 cellules operculées de mâles et d'ouvrières,.....

Une première méthode de détection utilisée conjointement avec la plupart des traitements, consiste à dénombrer les acariens qui tombent au fond de la ruche sur des langes. On dispose

d'un papier enduit d'un corps gras ou collant à la base de la ruche qu'on remplace tous les deux ou trois jours. Parmi les débris qui se retrouveront sur le papier, on compte les varroas. Pour chaque acarien trouvé mort (sans traitement). La plupart des auteurs considèrent qu'une colonie peut rester saine avec 2 à 3000 acariens (*Péguin, 1989*).

Test à l'acide formique

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

Décompte sur les abeilles

Cette méthode très précise, consiste à prendre de 200 à 500 abeilles adultes (un multiple de 100) et de les placer dans un contenant rempli d'alcool ou d'eau bouillante additionnée d'un pourcent de détergent. En brassant pendant 20 minutes, les varroas seront séparés de leurs hôtes et, suivant le comptage, le taux d'infestation pourra être déterminé par une simple règle de trois. Le tableau n°2, permet d'évaluer l'importance de l'infestation. Bien que cette technique ne donne pas d'indication directe de l'état du couvain, elle permet néanmoins une estimation fiable de la situation.

Tableau 2 : Importance de l'infestation de varroa selon le % dénombré par le décompte à l'alcool, Ritter (1983) cité par Robaux (1986).

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

II.6.Lutte contre le varroa :

II.6.1.la résistance des abeilles :

II.6.1.1. Comportement d'épouillage :

Le comportement d'épouillage vis-à-vis de varroa est le fait que les abeilles utilisent leurs pattes et leurs mandibules pour enlever le parasite une fois détecté pour le blesser puis le tuer.

On parle :

- D'auto épouillage : les abeilles détectent sur leur propre corps la présence de varroas et les enlèvent
- D'allo épouillage : les abeilles peuvent repérer et enlever les varroas du corps de leurs congénères.

Ce caractère est peu présent chez *Apis mellifera* en comparaison à *Apis cerana* et aux abeilles africaines plus résistantes vis-à-vis de varroa (Joyce de Figueiro Santos 2016).

II.6.1.2.L'essaimage :

L'essaimage est un processus naturel d'abandon de la colonie surpeuplée par un groupe d'abeilles accompagné de la reine, qui vont ensemble fonder une nouvelle colonie. Les essaimages ont lieu le plus souvent de mi-Avril à mi-Juillet. Environ une petite moitié des abeilles quitte la ruche avec les varroas phorétiques présents sur ces abeilles (Wilde 2005).

L'essaimage n'empêche pas le développement de varroa mais il est une forme de résistance sociale face à varroa pour deux raisons :

- La perte de varroas phorétiques avec l'essaim.
- La rupture par la suite du cycle de développement de varroa en lien avec l'absence de couvain d'abeilles nécessaire à sa reproduction.

II.6.1.3.comportement hygiénique :

Ce comportement hygiénique est réalisé par des abeilles spécialisées ayant différentes tâches :

- Reconnaissance des cellules de couvain malade.
- Ouverture de la cellule operculée.
- Retrait du couvain malade.
- Nettoyage de la cellule.

Ce comportement est plus ou moins rapide selon les abeilles (Panasiuk 2010, Boecking 1999).

II.6.2.moyens de lutte :

La difficulté dans la lutte contre la Varroise réside dans le fait que l'acarien ne se multiplie que dans du couvain operculé, car dans la grande majorité des cas les parasites enfermés dans le couvain operculé ne sont jamais ou sont très partiellement atteints par les substances thérapeutiques. La petitesse du parasite ajoute évidemment au caractère insidieux de son attaque, et bien souvent ce type d'acariose est découvert à un stade déjà avancé (Guedjal, 2019).

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

Tableau 3: Principaux acaricides contre la varroise (Guedjal, 2019)

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

II.6.2.1.Les acides organiques en cours de saison et/ou en hiver, dont oxalique et formique :

- **L'acide oxalique** est naturellement présent dans certains miels et dans de nombreux végétaux. Il est ni volatil ni hydrosoluble. Il doit être utilisé en l'absence de couvain dans la colonie. Il agit principalement par contact direct sur les pattes des acariens et les membranes de l'exosquelette. Son mode d'action n'est pas parfaitement connu, des études indiquent que son PH bas participe grandement à son effet acaricide.
- **L'acide formique** est présent naturellement dans le miel. Il est hydrosoluble, très volatil, et ne s'accumule ni dans le miel ni dans la cire. C'est le seul acaricide qui, appliqué à forte dose, est capable de tuer le varroa dans les cellules de couvain operculées. Cette molécule présente l'inconvénient d'engendrer un arrêt de la ponte lors de l'application, des pertes de reines et une mortalité du couvain.

II.6.2.2. Les médicaments à base d'huiles essentielles en cours de saison ou en préparation à l'hivernage :

Un médicament acaricide éligible pour un traitement destiné à éliminer *v. destructor* doit :

- Être efficace ;
- Être inoffensif pour l'abeille et le manipulateur ;
- Être sans risque pour l'environnement ;
- Ne laisser aucun résidu dans les produits de la ruche.

II.6.2.3. Les mesures de lutte alternative :

- Le retrait de couvain de mâles.
- L'encagement de reine pour provoquer une rupture de ponte artificielle.
- La production d'essaims avec rupture de ponte et traitement associé ou non.
- La sélection d'abeilles tolérantes.

CHAPITRE III : *Thymus vulgaris* et huile essentielle

III.1.presentation de l'espèce végétale :



Figure 15 : Un rameau de *Thymus vulgaris* (Brisse, 2007).

III.1.1.Classification :

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Tracheobionta*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Asteridae*

Ordre : *Lamiales*

Famille : *Lamiaceae*

Genre : *Thymus*

Thymus est un genre de plantes (couramment appelées thym ou serpolet) de la famille des Lamiacées. Ce genre comporte plus de 300 espèces. Ce sont des plantes rampantes ou en coussinet portant de petites fleurs rose pâle ou blanches. Ces plantes sont riches en huiles essentielles et à ce titre font partie des plantes aromatiques. La principale huile essentielle de *Thymus vulgaris* est un terpénoïde qui lui doit son nom, le thymol, une substance bactéricide. Dans le Sud de la France, le thym est aussi fréquemment appelé farigoule (de son nom occitan : farigola).

III.1.2.Description

➤ Plantes vivaces, à limbe foliaire entier.

- Inflorescence formée, au moins dans sa partie supérieure de glomérules rapprochés en forme de capitule ou d'épi dense.
- Pour l'examen de la répartition des poils sur la tige, on se basera de préférence sur le 2^e entrenœud sous l'inflorescence.
- Étamines dépassant la lèvre supérieure de la corolle (au moins 2 d'entre elles), à filets divergents.

Espèces : Voici les plus connues ;

Thymus alpestris, thym alpestre

Thymus capitatus, thym Zaatar

Thymus x citriodorus (hybride), thym citron

Thymus dolomiticus, thym des dolomies

Thymus embergeri , thym d'Emberger

Thymus herba-barona, thym de Corse

Thymus holosericeus Celak.,

Thymus nitens, thym luisant

Thymus oenipontanus , thym d'Innsbruck

Thymus officinalis, thym officinal

Thymus polytrichus, thym à pilosité variable

Thymus praecox, thym couché

Thymus pseudolanuginosus, thym laineux

Thymus pulegioides, thym à larges feuilles

Thymus serpyllum, thym sauvage, serpolet

Thymus vulgaris, thym commun

III.1.3.Domaine d'utilisation :

L'HE de thym est associée à de fortes activités antioxydantes, antimicrobiennes, ainsi que d'autres propriétés fonctionnelles telles qu'insecticides, antiseptiques, analgésiques et anti-inflammatoire. La plupart de ces activités est induite par le thymol et le carvacrol, les principaux phénols monoterpéniques de l'HE.

III.2.Huile essentielle:

III.2.1.Généralités :

➤ Selon la pharmacopée européenne, une HE est un :

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

C'est un liquide hautement volatile (évaporation rapide) présentant une odeur intense et caractéristique. Dans la nature, vis-à-vis des insectes ou acariens, elles peuvent être attractives ou répulsives.

A noter que la composition en huile essentielle de chaque plante tend à être unique mais certaines espèces ont des variétés (appelées chémotypes) avec des compositions variables en huile essentielle. *Thymus vulgaris* présente au moins 7 chémotypes différents.

III.2.2.techniques d'extraction :

L'HE est obtenu par distillation à la vapeur et par hydrodistillation. Les composés actifs d'arôme de thym sont obtenus par différentes méthodes d'extraction tels que l'hydrodistillation assistée par micro-ondes, l'extraction par fluide supercritique, la microextraction en phase solide, l'extraction par liquide sous pression, l'extraction par Soxhlet ainsi que l'utilisation de différents solvants.

Hydrodistillation

La méthode d'extraction des huiles essentielles la plus simple est l'hydrodistillation.

Son principe consiste à immerger la matière végétale dans un bain d'eau, ensuite l'ensemble est porté à ébullition sous pression atmosphérique. La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Durant

l'hydrodistillation, l'eau bouillante pénètre dans les cellules végétales et solubilise une partie de

l'huile essentielle contenue dans les cellules de la plante. La solution aqueuse chargée de composés volatils, diffuse ensuite à travers le tissu de l'organe végétal vers la surface extérieure

où l'huile essentielle sera vaporisée. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau un mélange azéotropique. À la température d'ébullition, les pressions de vapeurs combinées

sont égales à la pression d'évaporation. Ainsi, les huiles essentielles, dont les points d'ébullition

varient normalement de 200 à 300 °C, s'évaporent à une température proche de celle de l'eau. Le mélange est ensuite refroidi. L'eau et les HE, une fois condensées, se séparent en deux

phases (*Baser & Buchbauer, 2010*). Le contact du matériel végétal avec l'eau dans cette technique engendre notamment des phénomènes d'hydrolyse.

III.2.3. Paramètres influençant la composition quantitative et qualitative des huiles essentielles :

III.2.3.1. Facteurs intrinsèques :

Une huile essentielle doit être rapportée au matériel botanique d'où elle est issue pour éviter toutes dénominations trompeuses du matériel végétal (*Bruneton, 1999*). L'influence du stade, l'organe de la plante, les hybridations, les facteurs de mutation, la polyploïdie et le polymorphisme chimique « chimio types ou formes physiologiques » sont les principaux facteurs intrinsèques qui influencent la composition et le rendement des huiles essentielles.

III.2.3.2. Facteurs extrinsèques :

Les conditions environnementales influencent aussi la composition des huiles essentielles. La température, la quantité de lumière, la pluviométrie et les conditions édaphiques représentent autant de causes potentielles de variations de la composition chimique d'une plante aromatique donnée (*Bruneton, 1999 ; Aprotosoiaie et al., 2010*). Il n'y a pas eu mal des travaux ayant mis en évidence l'influence de l'origine géographique de la matière première (*Barry, 2001 ; Mohammedi, 2006 ; Marzoukia et al., 2009*), les conditions culturales telles que la date de semis, la date de récolte, les traitements phytosanitaires, l'emploi d'engrais, ainsi que les techniques de récolte influencent aussi la composition et le rendement des huiles essentielles (*Benini, 2007 ; Aprotosoiaie et al., 2010*).

III.2.4. La toxicité des huiles essentielles :

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

Certaines huiles essentielles se révèlent cytotoxiques. Les huiles essentielles du thym et de la lavande, selon la phase dans laquelle elles sont mises en contact ; à titre d'exemple, elles sont avérées cytotoxiques pour des cellules de hamster chinois. Par ailleurs, des huiles essentielles

de différentes variétés d'origan ont montré une forte cytotoxicité sur des cellules humaines dérivées du cancer (Pibiri, 2006).

En règle générale, les huiles essentielles ont une toxicité aiguë faible ou très faible par voie orale: une DL50 comprise entre 2 et 5 g/kg pour la majorité des huiles couramment utilisées (Anis, Eucalyptus, Girofle, etc.) ou le plus fréquemment supérieure à 5 g/kg (Camomille, Citronnelle, Lavande, Marjolaine, Vétiver, etc.) (Bruneton, 1999; Benzeggouta, 2005).

III.2.5.L'utilisation des huiles essentielles :

Le mode d'action des HE peut être **par contact, inhalation** (Kim & Lee, 2014), **ingestion** (Werdin González, Gutiérrez, Ferrero, & Fernández Band, 2014) ou par combinaison de ces modes.

L'huile essentielle sert à **parfumer** les produits d'entretien, les désodorisants, les lessives, les savons liquides, les déodorants et les gels douche.

Dans l'industrie alimentaire, la citronnelle est employée pour aromatiser les pâtisseries et les sucreries ainsi que les limonades C'est également **un agent répulsif** contre les insectes, notamment les moustiques, elle est en outre utilisée pour l'extraction du citral qui sert notamment pour l'hémi synthèse de la vitamine A et d'ionones.

Les activités répulsives des HE sont liées généralement à la présence des mono-terpènes et Sesquiterpènes. (Nerio et al., 2010). Dans certains cas, les composés peuvent agir en synergie améliorant leur efficacité.

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

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

III.2.6. Huile de thym à thymol :

III.2.6.1. Utilisation contre le varroa :

Le thymol est ressorti comme une des huiles essentielles intéressantes par ses effets et est fréquemment utilisée en apiculture dans la lutte contre varroa, avec un effet acaricide reconnu. Il est toléré par les abeilles, même si on constate des déplacements de couvain ou de nourriture dans le voisinage du produit. Un nourrissage est d'ailleurs conseillé avant le traitement. Il est déconseillé de traiter les colonies à des T° ambiantes supérieures à 27/30°.

Les conditions d'utilisation sont strictes ; durée d'application trop courte ou climat trop froid peuvent conduire à un échec (*Imdorf, 1999*) .

(*Mikijuk, 1983*) a testé l'activité varroacidaire du thymol dans les colonies d'abeilles. Il a utilisé 0,25 g par espace entre les rayons et a obtenu une mortalité des acariens de 55 %.

(*Mikijuk, 1983*) a constaté que, même si l'évaporation du thymol augmente considérablement avec l'augmentation de la température ou de la zone d'évaporation, elle n'était pas influencée par l'humidité de l'air. Il a été recommandé de ne pas traiter les colonies faibles lorsque les températures sont supérieures à 27-30 °C.

Impressionné par l'utilisation répandue du thymol en combinaison avec l'enlèvement de couvain de faux-bourdon en Yougoslavie, (*Marchetti et al, 1984*) a testé l'application de 15 g de thymol en poudre suspendu dans un petit sac de gaze entre deux peignes à couvain extérieurs. Autres en Italie et en Espagne, des études sur le thymol en poudre utilisant différentes quantités et intervalles d'application au cours de différentes saisons de l'année ont été réalisées par des travailleurs (*Lodesani et al., 1990 ; Chiesa, 1991 ; Frilli et al., 1991 ; Higo et suarez, 1996 ; flores, 1997 ; Higes et liorento, 1997*). La mortalité moyenne des acariens variait de 66 à 98 %. Malgré les différences dans les méthodes d'application, on a observé une mortalité élevée des acariens combinée à une faible variabilité entre les colonies. (*Liebig, 1995*) et (*Bollhalder, 1998*) ont fondu le thymol et versé la solution sur une éponge de viscosité, qui a ensuite été placée sur les rayons de couvain. L'efficacité était comparable à celle de l'application de poudre. (*Marchetti et al., 1984*) et (*Lodesani et al., 1990*), cependant, ont signalé une faible mortalité par le thymol. (*Knobelspies, 1996*) a mis au point une méthode de traitement continu au thymol. Une petite chambre est placée entre les rayons à couvain, et le thymol s'évapore par les fentes d'évaporation. Douze grammes de thymol sont fournis en mai et de nouveau en août. Bien qu'il n'y ait pas de résultats publiés sur les essais menés dans des conditions contrôlées, des rapports anecdotiques sur l'utilisation à long terme de cette méthode prétendent que les populations de *V. jacobsoni* sont

maintenues sous les niveaux de préjudice économique, à condition qu'il n'y ait pas de réintroduction d'acariens (Imdorf et al. (1999).

III.2.5.2. Les résidus :

Quand on parle de résidus, on pense d'abord au miel et au consommateur.

Le thymol est un constituant naturel des plantes et du miel, en Europe, il n'y a d'ailleurs pas de LMR fixée pour cette substance (comme pour les acides oxaliques et formiques qui sont aussi des composants retrouvés naturellement dans le miel). Néanmoins, si les traitements au thymol sont administrés en saison apicole, les résidus peuvent atteindre des niveaux dans le miel qui modifient son goût.

Il ne faut toujours pas perdre de vue une autre denrée importante pour l'abeille ; la cire.

Le tableau 4 donne les valeurs de résidus de thymol retrouvés dans la cire et dans le miel avec l'utilisation des produits avec AMM et une valeur miel avec une utilisation de produits dits « fait maison » (Bogdanov, 2006).

Tableau 4: les valeurs de résidus de thymol retrouvés dans la cire et dans le miel (Varroa.fr).

Denrées	Résidus relevés (Min/max) en mg/kg
Cires des cadres à Miel	4–20
Cires des cadres à couvain (Dites de corps)	169–1989
Cires étirées	≤ 0.7–50
Miel (médicaments AMM)	≤ 0.02–0.48
Miel (huiles essentielles <i>hors AMM, utilisation « maison »</i>)	≤ 0.02–2.65*

*A noter qu'en suisse, ce taux de résidus exclut le miel de la consommation humaine

On constate dans le tableau 4, des taux de résidus de thymol qui peuvent se révéler importants dans la cire dites de corps, cire prélevée dans la zone où est élevé le couvain, (le corps de ruche), en opposition à cire de hausse (cadres à miel, où le miel est stocké), et cire «Étirées », dites d'opercules (uniquement la cire collectée en désoperculant les cadres de miel pendant l'extraction)

III.2.6.3.Effet sur les abeilles :

Une étude récente a pu établir que le thymol était un composé moyennement toxique pour les larves d'abeilles exposées de manière aiguë (exposition courte) via la cire ou la nourriture.

Les quantités de thymol pour nuire aux larves sont élevées (respectivement de 2100 mg de thymol/kg de cire et de 2000 mg de thymol/kg de nourriture).

Mais de manière chronique, (sur le long terme), on peut observer des mortalités sur les larves à des taux de l'ordre de 690 mg de thymol/kg de cire et de 700 mg de thymol/kg de nourriture.

On a observé aussi des anomalies de développement des larves (retard de croissance).

Les larves sont plus sensibles à une exposition chronique au thymol qu'à une exposition aiguë.

Il apparaît aussi que les concentrations de résidus de thymol retrouvées en particulier dans la cire présenteraient un danger pour les abeilles au cours du développement larvaire, accentué pour les jeunes larves relativement plus exposées que les autres eu égard à leur petite taille.

(Charpentier, 2013).

Conclusion

Un diagnostic préalable peut être fait à l'œil nu après ouverture des cellules de couvain et observations des acariens immatures et adultes présents dans celles-ci ou par méthode biologique : Pose des langes, Un taux qui se rapproche de la fourchette 10 et 20% (*d'après Robaux, 1986*) signifie que la colonie est fortement atteinte et nécessite un traitement. Ce traitement peut être effectué au niveau de la ruche avec divers produits chimiques non sans danger puisqu'il détruit les acariens avec des effets négatifs sur : l'abeille, le miel, la cire... Mais notre étude s'inscrit dans le cadre de la méthode biologique pour traiter le Varroa avec l'huile essentielle de thym (à thymol). En effet, les recherches entreprises durant ces dernières années sur l'efficacité de thym et ses produits sont très encourageantes et peuvent être améliorés à l'avenir. A condition de limiter l'utilisation excessive et assurer que la durée pour le traitement soit respecté (hors de saison apicole), afin d'éviter d'atteindre des niveaux des résidus élevé dans la cire, qui peuvent être nocifs pour les larves ainsi que dans le miel, qui modifient son goût.

Références bibliographiques

Abdelguerfi et al., 2003. Sensory and physico-chemical properties of commercial sample of honey. Food Research International 63, 183-199. Algérie, 110p.

Adjlane, N. N., Haddad, N., & Tarek, O. 2016. Effectiveness of treatments with thymol in controlling varroa destructor parasite of the honey bee in Algeria. Bulletin of Pure & Applied Sciences-Zoology, 35(1), 1-7.

Allen-Wardell G., Bernhardt P., Bitner R., Burquez A., Buchmann S., Cane J., Cox P.A., Dalton V., Le dépérissement des abeilles : faits et causes 17 Feinsinger P., Ingram M., Inouye D., Jones C.E., Kennedy K., Kevan P., Koopowitz H., Medellin R., Medellin-Morales S. & Nabhan G.P. 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. Conservation Biology 12, p. 8-17.

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

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

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

Baser, K. H. C., & Buchbauer, G., 2010. Handbook of essential oils: science, technology, and applications. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis.

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

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

Biri M., 2010. Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture, De Vecchi.

Boecking, O., & Spivak, M., 1999. Behavioral defenses of honey bees against *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, 30(2-3), 141-158.

Bogdanov S., 2016. Bee venom: production, composition, quality *Bee Product Science* (2016), 1-8.

Bogdanov S., 2006. Contaminants of bee products. *Apidologie*, 37(1), 1-18.

Boucher S., 2016. Principales maladies et affections parasitaires. in : *Maladies des abeilles*, France agricole, France, pp 115-127.

Bradbear N., 2010. Le rôle des abeilles dans le développement rural Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome, 2010 (FAO, 2011). 162 p.

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

Calderone et al., 1997. Evaluation of botanical essential oils for control of the honey-bee tracheal mite, *Acarapis woodi*. *Am.BeeJ.*131:589-591.

Charpentier G., 2013. Étude des effets létaux et sublétaux d'une intoxication au thymol sur le développement et l'immunité des larves d'*Apis mellifera* élevées in vitro (Doctoral dissertation, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier).

Christine et Bernard nicollet., 1990. abeille-et-nature.com.

Clément H., 2009. Créer son rucher. Edition Rustica. Baumes les Dames, 110 p.

Commission, C. A. 2001. "Revised codex standard for honey." *Codex Stan: 12-1981*.

De Figueiró Santos, J., Coelho, F. C., & Bliman, P. A., 2016. Behavioral Modulation of Infestation by *Varroa destructor* in Bee Colonies. Implications for colony stability. *PloS one*, 11(9), e0160465.

DECOURTYE, A. 2006. Rapport final du réseau thématique ACTA: « Jachères à couvert floral diversifié en zone de grandes cultures: évaluation des intérêts apicoles et paysagers ». 76 pages.

- Defeo.V et al., 2003.** Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from *Thymus spinulosus* Ten (Lamiaceae). *J. Agric. Chem.*, N° 51, pp. 3849-3853
- Degryse et al., 2008.** Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. Atelier santé environnement -IGS- EHESP, 87p.
- DOMEREGO R., 2002.** Santé, bien-être, apithérapie. *Le traité rustica de l'apiculture*, p. 390-416.
- Free J.B. 1993.** *Insect Pollination of Crops*, 2nd Ed., Academic Press, London, 684pp.
- Freney J., 2007.** Syndicat d'Apiculture du Rhône et de la Région Lyonnaise. <https://www.rhone-apiculture.fr/-Decouvrir-les-abeilles-.html> (consulté le 16 novembre 2019)
- Ghomari, F. N., Kouache, B., Arous, A., & Cherchali, S. 2014.** Effet de traitement par fumigation du thym (*Thymus vulgaris*) sur le *Varroa destructor* agent de la varroase des abeilles. *Nature & Technology*, (10), 34.
- Gilles A., 2010.** La biologie de l'abeille. Ecole d'apiculture Sud-Luxembourg, 4-8.
- GUEDJAL F., 2019.** Mémoire de master académique en sciences agronomiques, production et nutrition animales, université Mohamed Boudiaf, M'SILA, 72p
- Imdorf A., coll.J., 1998.** Alternative Varroa control. *Am. Bee J.*, 136, pp:189-193.
- Kevan P.G. 1999.** Pollinators as bioindicators of the state of environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74, p. 373-393.
- Kim, S.I., Lee, D.W., 2014.** Toxicity of basil and orange essential oils and their components against two coleopteran stored products insect pests. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 17(1), 13–17.
- Komosinska-Vassev, K., Olczyk, P., Kaźmierczak, J., Mencner, L., & Olczyk, K., 2015.** Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015.
- Laboratoires destaing.** Varroa. <https://varroa.fr/> (consulté le 17 décembre 2019)
- Le Conte Y., 2005.** Dans nos ruchers, *Varroa destructor* est un clone. *Abeilles et Cie*, 108(5), 28-29.

- Marzoukia. H et al., 2009.** Seasonal and geographical variation of *Laurus nobilis* L. essential oil from Tunisia. *The Open Natural Products Journal*, Vol. 2; pp. 86-91
- Matheson A. 1995.** First documented findings of *Varroa jacobsoni* outside its presumed natural range. *Apiacta* 30:1–8
- Michener C.D. 2000.** *The Bees of the World*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Mizrahi A., Lensky Y. 2013.** *Bee products: properties, applications, and apitherapy*. Edition Springer Science & Business Media (2013), New York, 269 p.
- MNAYER D., 2014.** Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens. THESE de Docteur en Sciences, chimie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 142p
- Mohamed Ali M., 2012.** Studies on bee venom and its medical uses. *International journal of advancements in research & technology* (2012), 1(2), 69-83.
- Mohammedi Z., 2006.** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et des flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse magistère, Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen, 155p.
- Mutsaers M., 2005.** Bee products: properties, processing and marketing (No. 2005: 4). Agromisa Foundation/Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA).
- Nazzi F., Le Conte y ., 2016.** Ecology of *Varroa destructor*. the Major Ectoparasite of the Western Honey Bee, *Apis mellifera*. *The Annual Review of Entomology* 61 ,417–32
- Nenni K., 2019.** Les produits de la ruche et leur utilisation en médecine vétérinaire. Thèse de diplôme de docteur vétérinaire, institut des sciences vétérinaires, Blida, 80p
- Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E., 2010.** Repellent activity of essential oils: Areview. *Bioresource Technology*, 101(1), 372–378.
- Noureddine, Adjlane & Haddad, Nizar. (2013).** *Varroa destructor* resistance to fluvalinate in Algeria. *T r e n d s i n Entomology*. 9.
- Olaitan PB., Adeleke OE., Ola IO., 2007.** Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes, *Afr Health Sci* (2007), 7(3), 159-165.

Panasiuk, B., Skowronek, W., Bienkowska, M., & Gerula, D., 2010. Process of cleaning dead brood from cells in a honeybee colony. *Journal of Apicultural Science*, 54(1), 5-11.

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

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

Robaux P. Varroa et varroatose. Ed. Opida. 232p.

Strant M., 2015. L'Apilarnil, un produit exceptionnel. Abeilles et Cie n°164 ,14-16.

Takeda K., Nagamatsu K., Okumura K. 2018. A water-soluble derivative of propolis augments the cytotoxic activity of natural killer cells. *J Ethnopharmacol* (2018), 218:51-8.

Tao Y., Wang D., Hu Y., Huang Y., Yu Y., Wang D., 2014. The immunological enhancement activity of propolis flavonoids liposome in vitro and in vivo. *Evid Based Complement Alternat Med*(2014), (1):483513.

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

Vallianou NG., Gounari P., Skourtis A., Panagos J., Kazazis C., 2014. Honey and its Antinflammatory, Anti-Bacterial and Anti-Oxidant Properties. *Gen Med* (2014), 2:132.

von Frisch K. (1967). Honeybees: do they use direction and distance information provided by their dances? *Science* 158, p. 1072-1076.

Wendling P. S. L., 2012. Varroa destructor (Anderson et Trueman, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique *apis mellifera linnaeus*, 1758. Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction. Thèse de doctorat vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, 196p.

Werdin González, J. O., Gutiérrez, M. M., Ferrero, A. A., & Fernández Band, B., 2014. Essential oils nanoformulations for stored-product pest control – Characterization and biological properties. *Chemosphere*, 100, 130–138.

Wilde, J., Fuchs, S., Bratkowski, J., & Siuda, M., 2005. Distribution of Varroa destructor between swarms and colonies. *Journal of Apicultural Research*, 44(4), 190-194.

Williams I.H. 1996. Aspects of bee diversity and crop pollination in the European Union. In Matheson A., Buchmann S.L., O'Toole C., Westrich P., Williams I.H. (eds.), *The Conservation of Bees*. Linnean Soc. Symp. Ser. N° 18, Academic Press, London, p. 63-80.

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