République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université Dr. Yahia Farès de Médéa
Faculté des Sciences
Département sciences de la nature et de la vie

Mémoire

En Sciences Biologiques

Spécialité : Ecologie et protection de l'environnement

Etude préliminaire sur l'utilisation des moyennes de lutte biologique contre la varroa (*Varroa.Jacobsoni*) des abeilles (*Apis.mellifera*)

Par

Amina BENREBAYA

Malika SIFOUN

Soutenue publiquement le : JJ/MM/20AA (Time New Roman : 12)

Devant le jury composé de : (Time New Roman : 12)

A. CHAOUACH	MCB, U. Médéa	Président
M .CHABANI	MAA, U. Médéa	Examinatrice
M.TCHAKER	MAA, U. Médéa	Examinatrice
M. MOSTEFAOUI	MCB, U. Médéa	Promotrice
H. LATRECHE	Magister, U. BLIDA U.	Co-Promoteur

Médéa, 2016/2017

Etude préliminaire sur l'utilisation des moyennes de lutte biologique contre la varroa (*V. Jacobsoni*) des abeilles domestique (*Apis mellifera)*

Résumé

Notre étude à été menée dans deux rucher privé à la MITIDJA avec l'objectif d'estimer le taux d'infestation de l'abeille par le varroa et de vérifier l'efficacité des traitements biologique dans la lute contre le Varroa. Trois méthodes ont été utilisées, le taux d'infestation initial par le varroa a été évalué durant la période estival et la période hivernal, ensuite nous avons appliqué les traitements. On est utilisé une méthode récemment appliqué consiste à réduire les taux de reproduction des acariens de Varroa par les abeilles lui-même, et deux traitements biologique.

Les résultats obtenus ont montré un taux d'infestation moyennement élevé et une efficacité de molécules d'environ 66%. Les trois traitements peuvent être retenus dans le cadre de la lutte contre le Varroa.

Mots clés: abeille, produits biologique, dynamique , Varroa.

Preliminary study on the use of medium sized biological control against the varroa *(V.Jacobsoni)* of domestic bees *(Apis mellifera)*

Summary

Our study was conducted in two private apiary to the Mitidja with the objective of estimating the rate of infestation of the Bee by the varroa mite and to verify the effectiveness of the biological treatments in the fight against the Varroa mite. Three methods have been used, the rate of infestation by initial the Varroa mite has been evaluated during the summer period and the winter period, and then we applied the treatments.

It is used a method recently applied is to reduce the rate of reproduction of the mites of Varroa mites by bees himself, and two biological treatments.

The results obtained showed a rate of infestation is moderately high and an efficiency of molecules of approximately 66%. The three treatments can be selected in the framework of the fight against the Varroa mite.

Key words: bee, , effectiveness, biological products, Varroa mite

Remerciements

Nous remercions le Dieu tout puissant de nous avoir donné le savoir et la faculté de pouvoir poursuivre nos études et de choisir un métier aussi noble.

Nous tenons à remercions, la promotrice Mme Dr. MOSTFAOUI Houda, qui a bien voulu accepter de nous encadrer et de corriger notre travail et le mener à bien grâce à ses conseils, ses recommandations et surtout sa disponibilité. Sans vous, cet ouvrage n'aurait pas lieu d'être.

Nous remercions particulièrement le Co-promoteur, Mr ; LATRECHE Hamidou pour nous avoir enseigné la pratique du monde apicole. Nous avons énormément appris à côtés de vous et nous avons beaucoup apprécié les connaissances des abeilles selon votre direction cela nous a permis de réaliser un stage dans des conditions optimales. Nous gardons un formidable souvenir, hommages respectueux.

Un remerciement à Mr Souna TAHAR, directeur de l'exploitation "SOUNA MIEL"

A l'exploitation du miel des nomades et touts les membres de l'Association Nationale de la Culture Education et la Formation (ANCEF)

Nos sincères remerciements s'adressent aux membres de jury qui ont bien voulu accepter de lire et juger ce travail leurs remarques, suggestions et conseils sont les biens venus et qu'ils soient vivement remerciés

A Mr. Dr. CHAOUCH Abderrezek. Vice-doyen charge de la pédagogie au faculté des Sciences Biologiques, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie ; Université de Médéa de préside le jury

A Mme tchaker enseignante au département Sciences biologique, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie université de Médéa d'être examinatrice.

A Mme chabaanie enseignante au département Sciences biologique, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie université de Médéa d'être examinatrice

Nous remercions Dr BOUCHAREBE, pour nous avoir faire découvrir le monde des abeilles. Qui nous à proposer le thème de recherche ; ainsi pour les différents échanges et discussions scientifique ou apicole qui nous a permis d'évoluer personnellement et ainsi que de développer une nouvelle passion pour l'apiculture.

Nous remercions particulièrement le professeur KADI Rachid de nos avoir confié ce travail de recherche et permis de finir cette thèse.

Un grand merci à Mr BELHADJ Hichem enseignant et chef de notre spécialité, nous exprimons notre profonde gratitude pour sa confiance, ses encouragements

Nous souhaitons exprimer ici ma profonde gratitude et adresser nos sentiments à celles et à ceux qui nous avons aidé à réaliser ce travail.

Dédicace

A,

Mes chers parents qui m'auront permis de poursuivre mes études jusqu'à aujourd'hui. Et à mes sœurs et mes frères pour leur soutien de tous les instants et pour la confiance et l'amour qu'ils me témoignent chaque jour.

Ma belle-famille pour son soutien et son amour.

Et enfin pour mes plus précieux réconforts pour mes chères amies

Malika SIFOUN

Dédicace

J'offre la place la plus chère dans mon cœur

À la plus belle créature que Dieu a créé sur terre

À source de tendresse, de patience et de générosité,

À Ma mère et mon père sans qui je n'aurais jamais pu en arriver là.
Je dédie ce modeste travail pour mes beaux parents pour leur soutien et leurs encouragements.
À mes chères sœurs et frères, Maria, Selma, Oussama, Mohamed nadhir, mes nièces, Ahmed issam et Jawad, et tout la famille Rebiai.
À mon fiancé et sa famille
Et enfin mes plus précieux réconforts pour mes chères amies et pour ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer

Amina BENREBAYA

Sommaire

Introduction :
Partie bibliographique ……..4
Chapitre I : biologie de l'abeille ……..…4
1. Généralité …… 4
2. les différentes castes ……5
3. Systématique des apoïdes …… ……5
4. Le cycle de développement …….6
5. Maladies et parasites de l'abeille …….7.
5.1. Bactéries et virus …… ……..8
5.2. protozoaire ……..……8
5.3. acariens ……...…8
Chapitre II : biologie de la varroa ……..……
1. Historique sur l'origine du parasite…….……9.
1.1. Dans le mande ……9
1.2. En Algérie ……..……10
2. Etiologie ……..10
3. Biologie de varroa …….11
3.1. Morphologie du Varroa ……11
3.1.1. Anatomie externe ……..……11
i. La femelle……..…11
ii. Le Mal…….……...11
iii. Les formes immatures…...…….12 3.2.
Reproduction et cycle de développement …….……..13
3.2.1. Varroa dans le couvain …….……..14
3.2.1.1. Entrée de la fondatrice dans le couvain…….……..14
3.2.1.2. La pont de la fondatrice……..…….14
3.2.2. Phase phorétique…….……14
3.3. Facteurs favorisants l'extension du varroa…….……..15
4. Action pathogène de varroa sur les colonies d'Apis mellifera ……..……15
i. Action spoliatrice …….……..16.
ii. Action mutilante ……16

iii. Action mécanique……..……..16
iv. Réduction de l'espérance de vie ……..……16
v. Immunodéficience……..……17
Chapitre III : Les Moyennes de lutte ……..……18
1. traitement chimique ……...……19
1.1. Les produits ……19
1.2. Problèmes liés à la chimiothérapie ……18
1.3. La résistance de Varroa ……..18
.1.4. Problème de résidus……...…….18
2. Traitement biologique ……...…19
2.1. Application des acides organiques ……...…19
i. Acide formique ……...…19
ii. Acide oxalique et acide lactique ……19
iii. Aromathérapie ou utilisation des huiles essentielles ……..……20
• Le thymol ……...20
• L'Apiguard ……..……20
• Le Thymovar ……20
• L'Apilife Var ……20
3. Biotechniques ……20
3.1. Le plateau grillagé……20
3.2. Blocage de ponte de la reine ……20
3.3. Retrait du couvain de mâle ……..…….21
3.4. Formation de jeunes nucléi……..…….21
4. Saupoudrage ……21
5. Autres moyens de lutte ……..……21
5.1. Le test VHS (Varroa Sensitive Hygiene) 21
5.2. Comportement hygiénique ……..22
Chapitre IV. La partie expérimentale ……25
1.La présentation de les zones d'étude ……..……...…25
1.1 Chebli……...…25
1.2 Sidi moussa…….……25
1.3. Choix de l'exploitation ……...….25
1.4. Emplacement du rucher ……..……26
2. Situation climatique……..……27
2.1 Température ……...…….....27
2.2 Pluviométrie ……..……...…..27
3. matérielle et méthode ……...……29

3.1. Matériel apicole ……..…29
a) Les ruches ……29
b) Enfumoir ……..……29
c) Lève cadres……...……..…..29
d) Ruchette de transport …….…….……29
e) La brosse ……...…30
f) Combinaison et une pair de gant ……..……..…….30
g) Matériel biologique …….…..……..30
3.2. Matériels utilisés pour le traitement: ……..…..……31
3.2.1. Le retrait de cadre a male : ……..……31
3.3.2. saupoudrage ……...…..…….32
4. Méthodes expérimentale ……...….……..32
4.1. Détermination de la population d'abeille d'une colonie …….……..……...……...32
4.2. Méthode d'estimation de nombre d'abeille dans une colonie:……..…..……33
4.3. Étude de la dynamique de population de varroa …….……..…..….33
4.3.1. Estimation de nombre de varroa mort sur les langes : (du 20/08/2016 au 08/09/2016)……..……..…….33
4.3.2. Méthode de calcul du taux d'infestation d'une colonie……...….34
4.3.3. Estimation de la population du varroa dans le couvain :…….....34
4.3.4. Estimation de population de varroa sur abeille adulte ……35
4.3.5. Constitution des lots expérimentaux :…….……37
4.3.6 les lots de traitement …….…….…… 37
Chapitre 5. Resultats et interprétation…… 39
1. Etude de la dynamique de population de varroa 2016 – 2017…….....39
1.1. Etude de la dynamique de population de varroa 2016……39
1.1.1. Station de sidi moussa ……..……..39
1.2. Etude de la dynamique de la population de varroa durant la période 2017…..……41
1.2.1. Taux d'infestation de varroa à la station de Sidi Moussa……41

1.3.efficacité des traitement ……43
1.3.1. Taux d'infestation de varroa à la station de Chebli……..42
1.3.1. Efficacité du traitement par le piégeage à la station de Sidi Moussa……...……43
1.3.2. Efficacité du traitement par le piégeage à la station de Chebli……45
1.3.3. Efficacité des traitement par saupoudrage…….…….46
1.3.4 . Efficacité du trois traitement ……..……49
1.4. Comportement VHS……51
1.4.1. Le taux de VHS à la station de Sidi Moussa……...56

1.4.1.1. Caste d'ouvrières……..56
1.4.1.2. Caste du faux bourdon…….56
1.3.2. Le taux de VHS à la station de Chebli…….56
1.3.2.1. Caste d'ouvrières……..……57
1.3.2.2. Caste faux bourdons…….57
Conclusion et perspective……..60
Références bibliographiques

Liste des sigles et abréviations ou Glossaire

AMP : antimicrobien protéines

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

APV : virus de la paralysie aigüe

°C: Degré Celcius.

CPV : virus de la paralysie chronique

g: Gramme.

Km : kilomètre

Max : Maximum.

Mg : milligramme

Min : Minimum.

Mm : Millimètre

T : Température

TI : taux d'infestation

TIA : taux d'infestation de l'abeille adulte

TIC : taux d'infestation du couvain.

%: Pourcentage.

Liste des figures

Figure 01 : De l'œuf à l'abeille adulte …….07

Figure 2 : Cycle de l'abeille domestique avec une phase de parthénogenèse arrhénotoque……07

Figure 03 : répartition du V. destructor dans le monde (ELLIS et ZETTENLNALEN, 2010)……10

Figure 04 : Varroa destructor (GOODWIN et VAN EATON, 2001)……..11

Figure 05 : Femelle Varroa adulte en vue ventrale (à gauche) et antérieure (à droite); mâle adulte en vue ventrale (en bas) (VANDAME,
1996). ……..12

Figure 06: Les différents stades de développement du V. destructor (ROSENKRANZ et al., 2010)……..13

Figure 07 : cycle reproductif de *Varroa destructor* (Nicolas Vidal-Naquet, DMV, 2008)……..13

Figure 0 8 *V. destructor* sur une abeille adulte (ELLIS et ZETTELNALEN 2010)…15

Figure 9 : l'abeille vsh ulistaration du (jong mérite) …….23

Figure 10 : situation de la zone d'etude « chebli » (Google Earthe 2017)……26

Figure 11 : Rucher de l'exploitation de Chebli ……26

Figure 12 : situation de la zone d'etude « sidi Mousa » (Google Earthe 2017)……..26

Figure 13 : emplacement des ruches à sidi moussa (photo originale)……..…26

Figure 14 : Variation des températures maximales et températures minimales au cours de la période 1984-2013……27

Figure 15 : Figure 14 : Précipitations annuelles dans la plaine de la Mitidja pour la période de 1967 à 2013……..28

Figure 16 : La Variation interannuelle des précipitations (mm) dans la région Mitidja (période 1984/2013)……..28

Figure 17 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la Mitidja d'étude.……..29

Figure 18 : ruche composée de 14 cadres, séparées par une grille à rien (photo professionnelle)……..30

Figure 19: L'Enfumoir, allumettes, et lève cadre (photo prsonnel)…….30

Figure 20 : ruchette de transport …….30

Figure 21 : combinaison, les gants, la brosse, (photo professionnelle) ……30

Figure 22 : la population de abeille *apis mellifera* (photo personnel)……30
Figure 23 : la population de varroa (photo personnel)……30
Figure 24 : cadre à male (photo personnel) ……32
Figure 25 : le traitement par le probiotique A (photo personnel)…….32
Figure 26 : le traitement par le probiotique B (photo personnel)..……..32
Figure 27: le traitement de contrôle par L'AMITRAS ……..32
Figure 28 : le retrait des langes. (Photo personnel)…….34
Figure 29 : dénombrement de VARROA. (photo personnel)…….34
Figure 30 : prélèvement des nymphes de l'abeille (photo personnel)…….……35
Figure 31 : choisir un cadre (photo personnel)……..36
Figure 32 : vérification de la présence de la reine ……36
Figure 33 : metre les abeilles dans un pot (photo personnel) ……...36
Figure 34 : verse le sucre sur les abeilles……...…36
Figure 35 : rouler les abeilles dans le sucre ……..…36
Figure 36 : saupoudre le sucre glace…….36
Figure 37 : Lâcher les abeilles dans la ruche……36
Figure 38 : Variation mensuelle moyenne de l'infestation du couvain (TIC) et l'infestation de l'abeille adulte (TIA) par la varroa durant la période d'étude (2016) à la station de Sidi Moussa ……40
Figure 39 : Variation mensuelle moyenne de l'infestation du couvain (TIC) et l'infestation de l'abeille adulte (TIA) par la varroa durant la période d'étude (2017) à la station de Sidi Moussa……..40
Figure 40 : Variation mensuelle moyenne de l'infestation du couvain (TIC) et l'infestation de l'abeille adulte (TIA) par la varroa durant la période d'étude (2017) à la station de Chebli……..…43
Figure 41 : Variation mensuelle moyenne de l'infestation du varroa après l'introduction du cadre à mal durant la période d'étude (2017) à la station de Sidi Moussa ……44
Figure 42 : Variation mensuelle moyenne de l'infestation du varroa après l'introduction du cadre à mal durant la période d'étude (2017) à la station de Chebli…….44
Figure 43 : Variation taux de mortalités du varroa après l'introduction du de traitement A et leurs efficacité durant la période d'étude (2017)…….45
Figure 44 : Variation taux de mortalités du varroa après l'introduction du de traitement B et leurs efficacité durant la période d'étude (2017)…….46
Figure 45 : Variation taux de mortalités du varroa après l'introduction du de traitement C et leurs efficacité durant la période d'étude (2017)……47
Figure 46 : Variation taux de mortalités du varroa sans traitement (contrôle)……48
Figure 47 : Efficacité des traitements par lot durant la période d'étude (2017)…….48

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les différentes castes de la colonie de la colonie ……..…05

Tableau 2: Durées de développement des couvains d'abeilles pour les trois castes (20)…….06

Tableau 03: Principaux acaricides contre la varroase……17

Tableau 04 : méthodes d'estimation de nombre d'abeille dans une colonie……..49

Tableau 05 : Taux de VHS des ouvrières à la station de Sidi Moussa ……..50

Tableau 06 : Taux de VHS des faux bourdons à la station de Sidi Moussa ……..51

Tableau 07 : Taux de VHS des ouvrières à la station de Chebli ……....51

Tableau 08 : Taux de VHS des faux bourdons à la station de Chebli……51

Introduction

Introduction

Près de 80 % des espèces végétales nécessitent l'intervention des abeilles pour être fécondées. Sur le plan écologique, les abeilles participent d'une façon générale à l'équilibre écologique en pollinisant de nombreuses plantes spontanées. Le manque d'abeilles risque donc de contrarier cet équilibre (1).

L'abeille domestique est la plus connue des abeilles. Elle vit en société organisée appelée colonie. (2). Comme tous les êtres vivants, l'abeille est exposée à divers agents défavorables tels que le changement climatique et l'appauvrissement de l'environnement en ressources nectarifères et pollinifères (3), les insecticides systémiques comme l'imidaclopride et le fipronil et les maladies dont la plus redoutable est la varroase, encore appelée varroatose. Ce véritable fléau apicole décime chaque année plusieurs milliers de colonies. Il s'agit d'une parasitose des abeilles adultes et du couvain qui est due au développement et à la multiplication d'un acarien ectoparasite *Varroa jacobsoni*,

C'est seulement en1964 que le Varroa est découvert sur *Apis mellifera* en Sibérie où pour la première fois, on associe sa présence à des troubles pathologiques des colonies d'abeilles européennes. Ensuite à cause des transhumances et des échanges commerciaux d'abeilles, les acariens se sont propagés quasiment sur l'ensemble de la planète. (4).

Ce parasite est ainsi arrivé pour la première fois en Algérie en 1981 dans la région Est du pays. Ensuite il a été signalé dans tout le pays et constitue le parasite majeur de l'abeille (5).

Son caractère nuisible provient d'une part de sa prédation parasitaire (il pompe l'hémolymphe des larves et des adultes) et d'autre part de son rôle de vecteur viral (il favorise directement ou indirectement l'infestation par certains virus. Cette parasitose entraîne entre autres, une baisse de la qualité de la gelée royale et des capacités immunitaires des abeilles. Il favorise ainsi des infections secondaires (viroses, nosémose, loques, etc.). (6). En plus Il est aussi responsable de très importantes pertes économiques et reste un problème majeur pour de nombreux apiculteurs par la diminution de la production du Miele et les autres produits de la ruche. En France, la production nationale de miel et diminué de 32000 tonne en 1995 à 16000 tonne en 2010 (7).

Ces dernières Années le taux de mortalité des abeilles est trop élevé, chez les Apiculteurs professionnels, On perde de 30% à 50% du cheptel apicole chaque année. (8)(9). Outre l'impact direct sur la filière apicole le déclin des abeilles pourrait avoir un impact environnemental considérable. La diversité de la flore entomophile se trouve menacé par un déficit en polinisateur. Ce déficit se fait déjà ressentir sur la quantité et la qualité de certaine production végétale, les conséquences économiques étant colossales pour le secteur agricole (10).

Actuellement les apiculteurs combattent cet acarien par des moyens chimiques essentiellement, il est bien connu que les acariens développent rapidement une résistance à cette molécule. L'expérience de la France, de l'Italie et des États-Unis montrent que les traitements chimiques deviennent complètement inefficaces après seulement une dizaine d'années d'utilisation (11) Après quelques décennies seulement on constate non seulement les limites des traitements chimiques mais aussi les dangers de l'arsenal chimique. L'utilisation de pesticides dans les ruches représente un risque de contamination pour le miel et les autres produits de la ruche. (12) Des recherches récentes montrent que des résidus du principal produit utilisé ; le fluviante (apistan c) s'accumulent à la longue dans la cire d'abeille à des concentrations parfois énormes (50ppm) Il s'avéra que 52,2% de cires étaient polluées par le coumaphos et 61,9% de celles-ci contenaient du tau-fluvalinate, Elle comporte aussi des dangers pour l'apiculteur qui manipule ces produits. L'approche chimique a aussi en quelque sorte constituée une surprotection pour notre abeille et lui a fait perdre une partie de ses résistances naturelles (13)

Il faudrait donc, de façon presque urgente, disposer des moyens alternatifs pour faire face aux pathologies et parasitoses de l'abeille. Objectif de notre étude et s'articule sur la lutte contre la varroa sans traitement chimique, en intéressant au traitement biologique.

Ce travail a pour but pour avoir un produit sans résidus toxique donc un but économique.

- ce travaille présente : La première partie est consacrée à une bibliographique actualisée sur l'hôte *A. mellifèra et V. destructor* pour mieux connaitre la biologie de cet acarien et les éventuels effets de son infestation sur les abeilles et les colonies.

- La seconde partie de la thèse est consacrée au travail expérimental que nous avons réalisé au terrain et au Laboratoire, présenté selon un plan classique : matériels et méthodes qui décrient des méthodes de détection et d'évaluation

de l’infestation pour estimer la population de varroas d’une colonie ; et les principes d’un planning de lutte bio contre varroa. Et des éléments sur la sélection à la tolérance à varroa ; qui sont élucide par des résultats obtenus et discuté par une bibliographie.

Chapitre 1 : Biologie de l’abeille

Chapitre 1 : Biologie de l'abeille

L'abeille d'élevage *Apis mellifera L.* est un insecte social majeur par ses productions et plus encore, par son rôle dans la pollinisation des cultures (14). Sa santé est devenue un véritable défi : les affaiblissements et/ou les pertes de colonies observées depuis plus d'une décennie peuvent résulter de maladies favorisées par des facteurs environnementaux, chimiques et biologiques (15). Pour aborder les troubles apicoles, il faut prendre en compte deux aspects fondamentaux de la biologie de l'abeille : la colonie, véritable super-organisme, constitue une unité et les abeilles dépendent de leur environnement, notamment pour leur alimentation (16).

1. Les différentes castes.

On appelle colonie d'abeilles l'ensemble des individus peuplant une ruche. Trois types de membres appelés castes se côtoient au sein de la colonie : les ouvrières, les mâles ou faux-bourdons et la reine (voir tableau 1) [17].

2. Systématique des apoïdes

D'après [18 et 19], les abeilles appartient à la règne : Animal ; Sous /Règne Métazoaires, Embranchement : Arthropodes. Classe : Insectes. Ordre : Hyménoptères ; Sous / Ordre Aculéates, Famille : Apidae. Sous/Famille : Apinea. Genre : Apis.
Espèce : *Apis Milellifera*

Tableau 1: Les différentes castes de la colonie de la colonie

			Reine	Faux bourdon	Ouvrières
La biologie	**Morphologie externe**		- Elle est facilement reconnaissable par son abdomen allongé - Son thorax plus développés - Sa tête est ronde, mesure en moyenne 16 mm de long et son thorax atteint 4,5 mm de diamètre - Elle pèse entre 178 et 298 mg	- Ils se caractérisent par un corps massif (diamètre thorax de 5,5 mm) et peuvent atteindre12 à 14 mm de long - Ils sont beaucoup plus gros que les ouvrières, mais plus courts que la reine. - leur abdomen n'est pas pointu et ils n'ont pas d'aiguillon - leurs yeux se touchent en haut de la tête -Ils pèsent entre 196 et 225 mg	- Plus petite que la reine, avec une la tête est triangulaire. elles ont des parties buccales bien développées - elle mesure en moyenne 10 à 12 mm de long pour 4 mm de diamètre de thorax - Ses ailes en position de repos arrivent à l'extrémité de son abdomen. -Des brosses situées à l'intérieur de ses pattes antérieures, - Elle pèse entre 81 et 151 mg
	Cycle de développement	**Œuf**	3 jours	3 jours	3 jours
		Larve	8 jours	10 jours	6 jours
		Nymph	4jours	11 jours	12 jours
		Totle	16 jours	24 jours	21jour
	Durée de vie		5 ans	45 jours	45 jours (entre trois et six semaines)
	Fonction		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)	leurs seule fonction est la fécondation d'une reine, ce qui aboutit à leurs morts.	en fonction de leurs âges sont soit des nettoyeuses, nourricières, bâtisseuses, ventileuses, butineuses, gardiennes et soldats
	Le nourrissant		la gelé royale	des réserves de la ruche	les produits de la ruche

4. Le cycle de développement

Le développement d'une abeille adulte, quelle que soit sa caste, passe par trois étapes : le stade de l'œuf, le stade larvaire et le stade nymphal. La différence entre les castes se fait sur la durée de chaque étape . (20) Ces durées connaissent de grandes variations dépendantes notamment de facteurs génétiques et climatiques. Par exemple, des températures trop fraiches augmenteront les durées de développement, c'est pourquoi les ventileuses assurent le maintien de la température du couvain entre 32 et 36°C (19)

Stade	Durée (jours)		
	Reine	Ouvrière	Faux-bourdon
Œuf	3	3	3
Larve	8	6	10
Nymphe	4	12	11
Total	**16**	**21**	**24**

Tableau 2: Durées de développement des couvains d'abeilles pour les trois castes (20)

L'œuf (fig 1) est blanc, translucide et ovale. Il mesure 1-1,5 x 0,5 mm et pèse entre 0,12 et 0,22 mg (21).Une extrémité plus pointue permet l'adhérence à la paroi de l'alvéole. Initialement dressé verticalement dans l'alvéole, il s'incline pour finir complètement couché au bout de trois jours (22). Après ces trois jours (22) d' incubation, une larve blanchâtre, apode et sans yeux éclot de l'œuf. Elle est arquée et grandit rapidement (fig1) : son poids est multiplié par 1 800 en six jours seulement (19). Pendant les trois premiers jours, toutes les larves sont nourries avec de la bouillie royale. A partir du quatrième jour, certaines larves choisies par les ouvrières continuent à être alimentées par cette bouillie, ou gelée royale ; elles deviendront des reines. Les autres larves sont les futures ouvrières et sont nourries avec du miel ou du pollen (20) Dès le sixième ou septième jour, les larves atteignent leur maturité et deviennent capables de se nourrir toutes seules. Une réserve de nourriture est déposée au fond des alvéoles, qui sont ensuite fermées avec de la cire, c'est l'operculation Elle a lieu sept à huit jours après la ponte pour les œufs de reines, huit jours pour les œufs de reines et neuf jours pour les œufsde faux-bourdons (21)

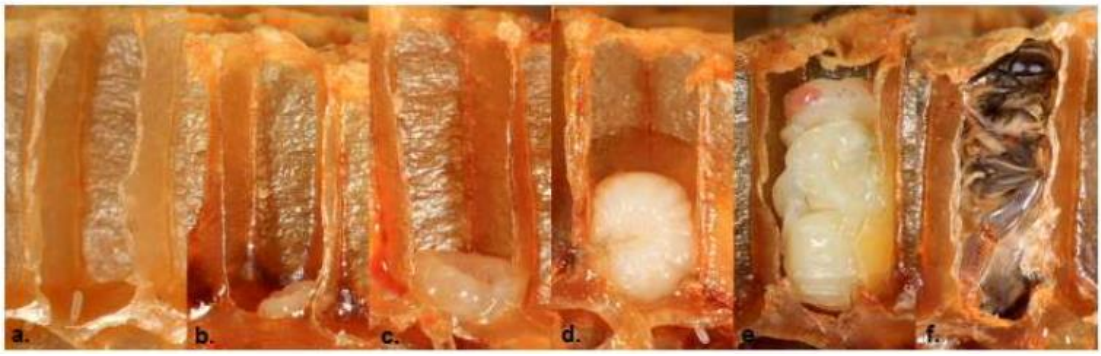


Figure 01 : De l'œuf à l'abeille adulte (23)

Légende : a. : œuf fraichement pondu b., c., d. : développement de la larve e. : stade nymphal f. : abeille adulte prête à sortir

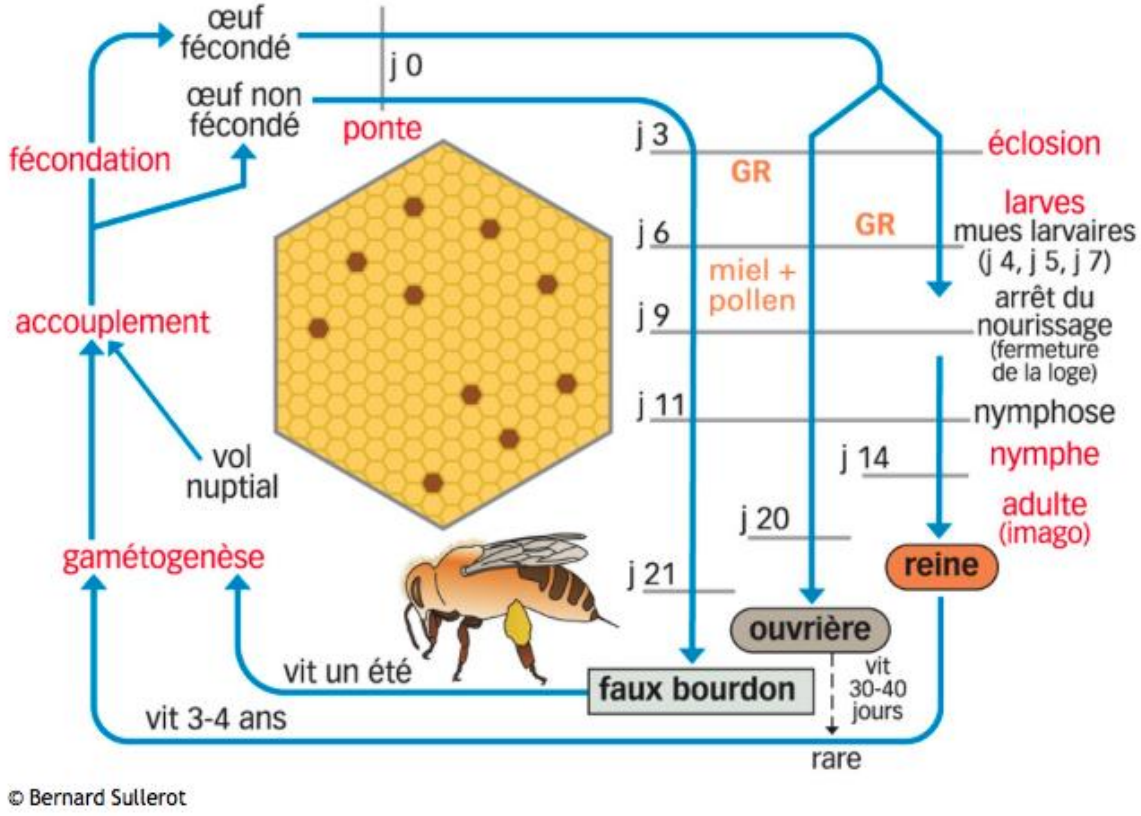


Figure N°2 : Cycle de l'abeille domestique avec une phase de parthénogenèse arrhénotoque (24)

5 . Maladies et parasites d'abeille

D'après [25] les principales maladies qui affectent l'abeille sont regroupées en trois groupes :

- Les maladies des adultes : l'acariose (due à un parasitaire *Acarpis woodi* [26], *Varroa destructor* [26] et la nosémose (causée par un protozoaire *Nosema apis*) [28]

- Les maladies du covain : la loque américaine et la loque européenne est générée *Melissicoccus pluton* en association avec d'autre maladies bactériennes (*Bacillus larvae ;)* [28][29]
- Les maladie communes au covain et aux abeilles adultes : les mycoses et la varroa cette dernière est une ectoparasites très dangereuse causée par l'acarien *varroa destructor* et elle sera détallée dans les prochain chapitre.ce varroa fragilise les défenses immunitaires des abeilles et induit ainsi la multiplication des virus. C'est le cas pour les virus de la paralysie chronique (CPV) ou aiguë (APV) [30]

Chapitre 2 : **Biologie de varroa**

Chapitre 2 : Biologie de varroa

. Historique sur l'origine du parasite

1.1. Dans le mande :

Le varroa était à l'origine un parasite de l'abeille asiatique *Apis cerana* qui n'avait initialement pas de zone de contact avec l'abeille européenne *Apis mellifera*. Il a été découvert pour la première fois en 1904 par l'entomologiste Edward Jacobsoni sur l'ile de Java. Puis le Dr Oudeman (acarologue hollandais) donna la première description de ce parasite d'où le nom scientifique : *Varroa jacobsoni* oudemans [31].

Le développement de la transhumance des colonies d'abeilles a permis un contact artificiel entre les espèces *Apis cerana* et *Apis mellifera*, puis le passage de Varroa sur *Apis mellifera*. Ce changement d'hôte produit au cours des années 1940 ou 1950 [32].

En 1980, Varroa atteint les rivages méditerranéens par la Grèce et la Yougoslavie [33]. Sur les autres fronts, Varroa atteint le continent africain par la Tunisie, vraisemblablement en 1975, à la suite de l'importation de plusieurs centaines de colonies en provenance de Roumanie. La parasitose gagne du terrain vers l'ouest en Algérie, mais aussi vers l'est et le sud en direction de la Libye. A partir du Paraguay, sur le continent sud-américain, Varroa s'étend depuis 1975 sur la Bolivie, le Brésil au nord, en Uruguay et a remonté vers l'Amérique centrale et l'Amérique du nord (Figure 3) [11]. Suite à l'analyse génétique de l'ADN des Varroa, les chercheurs ont constaté que le Varroa présent sur les abeilles était légèrement différent du Varroa mis en évidence dans sa zone d'origine. Sachant cela, les chercheurs ont dû lui trouver un nouveau nom (*Varroa destructor*). C'est de la que vient cette modification. Si le nom a changé, le Varroa reste pourtant bien le même [34].

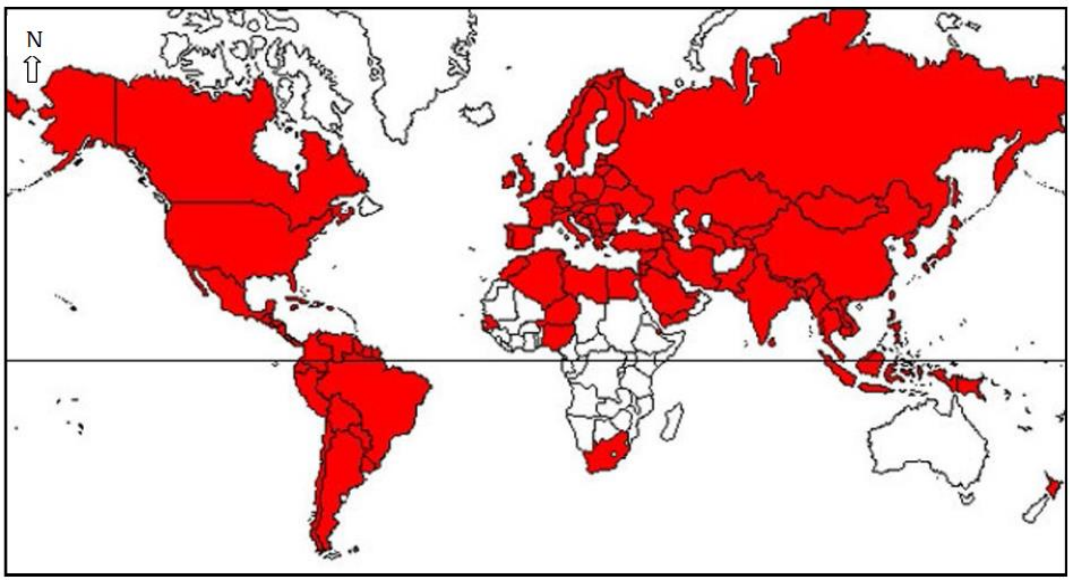


Figure 3 : répartition du *V. destructor* dans le monde [35]

1.2. En Algérie

C'est en 1981 et c'est dans un rucher de l'est du pays dans la coopérative apicole d'Oum Théboul près d'El-Kala, qu'a été signalée la maladie pour la première fois [36].

Cependant, en 1987, soit six années après l'apparition de la varroase, des mortalités hivernales et estivales importantes et des récoltes de miel très faibles ont été signalées, toutes deux, prémices d'un effondrement massif des colonies [37] Devant une telle situation, un diagnostic dans les ruchers implantés dans les régions limitrophes de la frontières Algéro-Tunisienne et plus particulièrement à El-Kala et Souk Ahras, avait été élaboré [38].

2. Etiologie

Varroa destructor [39 et 40] est un acarien dont la cladogenèse en débutant avec les Euarthropodes est : Euarthropodes, Chélicérates, Arachnides, Acariens, Mesostigmata, Varroidae, *Varroa destructor*

Les Varroidae regroupent des ectoparasites obligatoires qui se nourrissent exclusivement de l'hémolymphe des abeilles du genre *Apis*. Les deux espèces les plus connues sont : *Varroa jacobsoni*, parasite d'*Apis cerana* sont plus petits que ceux de *Varroa destructor*, parasite d'*Apis mellifera* cette différence de taille dépendait de l'espèce hôte. [36 et 37]. Selon les études de [39] il a constaté que *V. destructor* se développait uniquement dans le couvain des faux-bourdons d'*Apis mellifera*.

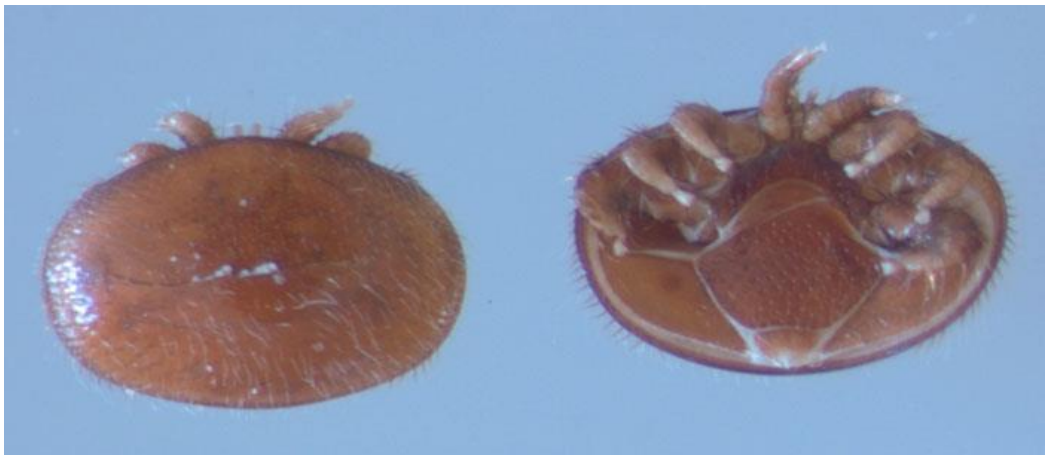


Figure 4 : ***Varroa destructor*** **[38** et **44]**

3. Biologie de varroa

3.1. Morphologie du Varooa

3.1.1. La femelle :

visible à l'œil nu, mesurant environ 1,1à 1,2 mm de longueur et de 1,5 à 1,6 mm de largeur. Son corps est de forme elliptique et recouvert de soies plus ou moins longue ou ondulée [31 et 25] Il est composé d'un bouclier dorsal et de plaques chitineuses et dure, ses boucliers donnant le corps d'une couleur brun rougeâtre. Il est fortement aplati, ce qui lui permet de s'infiltrer e de se fixer entre les tergites abdominaux des abeilles adultes [45 et 46]. Les jambes sont courtes et bien développé avec spécialisé des griffes (des apoteles) qui permettent l'acarien de se cacher sous la abdominale des abeilles scelerites. Cette capacité à cacher sous sclerites abdominale de l'abeille protège les acariens de la perte d'eau par transpiration et délogement par toilettage et d'autres activités d'abeilles [47 et 26].

3.1.2. Le Male :

Il est plus petit que la femelle, plus courte et non spécialisée jambes mesurant entre 0,75 et 0,92 mm de longueur sur 0 ,75 et 0,95 mm de largeur est de poire / sphérique en forme avec une faible sclérotisation des boucliers du corps, ce qui lui donne une couleur jaune clair à blanche. Son appareil buccal n'est pas adapté à la succion de l'hémolymphe. Les chélicères modifiées permettent le transport de spermatophores [25] Le varroa mâle ne se trouve jamais vivant en liberté, mais seulement à l'intérieur des cellules de couvain plafonnés [48].

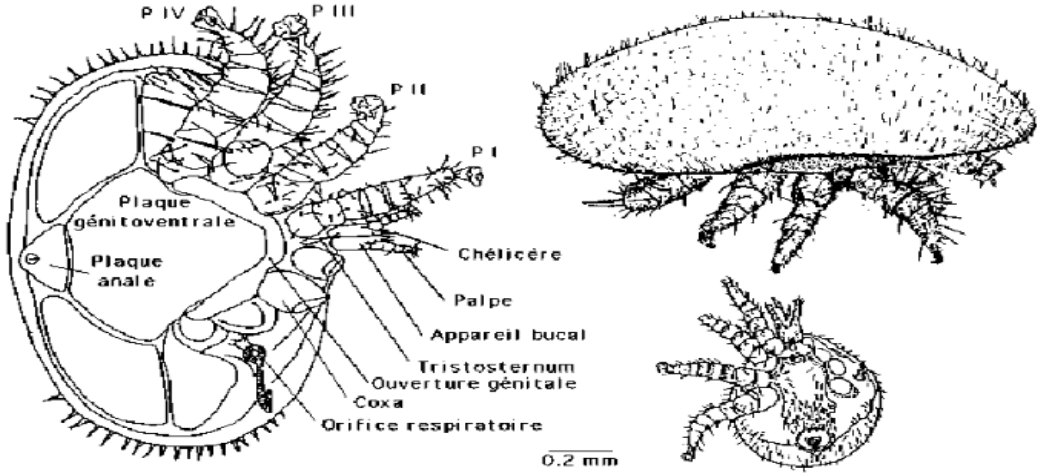


Figure 5 : Femelle Varroa adulte en vue ventrale (à gauche) et antérieure (à droite); mâle adulte en vue ventrale (en bas) [49].

3.1.3. Les formes immatures

Selon [11], les formes immatures se trouvent à l'intérieur des cellules du couvain de l'abeille. On distingue généralement trois stades : la larve, la protonymphe el la deutonymphe (figure 6).

- **La larve :** Elle est une larve calyptostatique, Elle reste dans l'enveloppe de l'œuf et débute son développement 24 heures après sa ponte. Elle est inactif et immobile et ne se nourrit pas, elle est de forme sphérique et ne possède que trois paires de pattes, et mesure 0.5mm de diamètre.
- **La protonymphe :** Elle est de couleur blanche et de forme arrondi. Elle possède quatre paires de pattes. Elle se déplace peu et elle est capable de percer la cuticule de la larve d'abeille et de se nourrir de l'hémolymphe. A ce stade, il est difficile de distinguer le mâle de la femelle.
- **La deutonymphe : Un** peu plus mobile que la protonymphe, les pattes sont toujours étendues vers l'avant. La couleur varie légèrement et devient jaunâtre. Le nombre de soies augmente et devient identique à l'adulte.

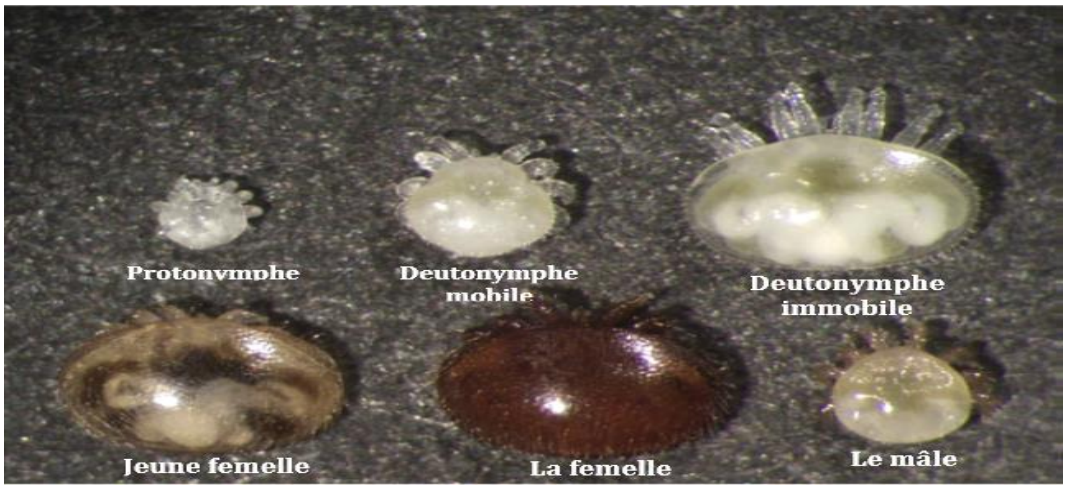


Figure 6 : Les différents stades de développement du *V. destructor* [50].

3.2. Reproduction et cycle de développement

La femelle varroa appelée « fondatrice » est l'individu clef du cycle de développement de l'acarien. Son cycle de vie est rythmé par l'alternance entre la phase phorétique et la phase reproduction [49] :

- Phase de reproduction : la femelle est à l'intérieur des cellules du couvain operculé pour se reproduire.
- Phase phorétique : l'acarien se trouve sur l'abeille adulte.

3.2.1. Varroa dans le couvain

Le cycle de développemnt du parasite s'effectue parallèlement à celui de l'ouvrière ou des faux bourdons durant la phase de couvain operculé (fig.7)

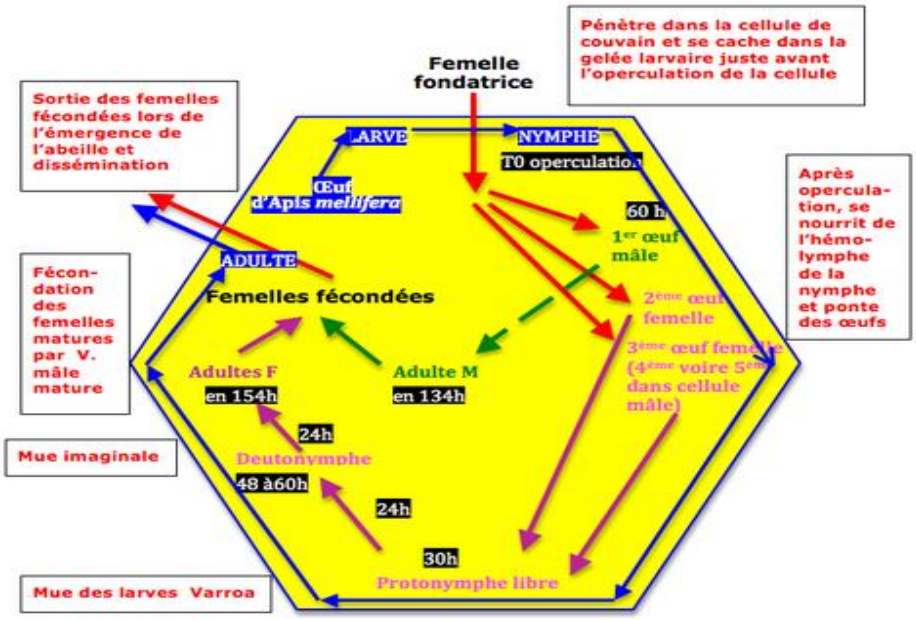


Figure 7: cycle reproductif de *Varroa destructor* [17].

3.2.1.1. Entrée de la fondatrice dans le couvain

La fondatrice quitte l'ouvrière qui la transporte et pénètre dans la cellule du couvain 15 à 20 heures avant l'operculation pour les cellules d'ouvrières et entre 45 à 50 heures pour les cellules des mâles [51 et 52]. La femelle se glisse alors sous la larve et s'immerge dans la gelée larvaire ; elle est ainsi à l'abri des abeilles [51] Selon [31] il est assez fréquent de trouver cinq à dix femelles dans une alvéole du faux-bourdon

Par ailleurs, plusieurs auteurs ont mis en évidence l'influence de certains facteurs sur l'entrée de la fondatrice dans le couvain. Il s'agit de : facteurs éthologique, facteurs chimique, facteurs mécanique et thermiques [53][54].

Durant les cinq heures qui suivent l'operculation de la cellule ; la larve va finir de consommer la gelée qui se trouve au fond de l'alvéole ainsi la femelle varroa [31 et 55]. Cette dernière va se déplacer sur la larve puis commence à se nourrir et à déféquer en concentrant ses fèces sur une petite zone de l'alvéole proche de la zone anale de la nymphe d'abeille.

3.2.1.2. La pont de la fondatrice

Environ trois jours après l'operculation, un premier oeuf est pondu qui donnera un mâle. Les autres œufs (5 œufs au total) seront pondus à des intervalles d'environ 30 heures et donneront des jeunes femelles. Les premières jeunes femelles seront fécondées par le mâle. À l'émergence de l'abeille ouvrière il y a en moyenne 2 femelles varroas fécondées avec la femelle fondatrice.[56] (Figure 7).

Par contre, lors de fortes densités parasitaires, plusieurs femelles peuvent entrer dans une même cellule et ainsi contribuer à augmenter le flux génétique.

3.2.2. Phase phorétique

L'émergence de la jeune abeille, la femelle varroa fondatrice est libérée de la cellule avec ses filles fécondées, alors que les stades immatures des femelles, les derniers œufs et le mâle sont éliminés par les abeilles nettoyeuses. Le parasite est très mobile et peut se déplacer d'une abeille à l'autre pour se propager dans la colonie. Il se disperse aussi d'une ruche à l'autre et à travers différents ruchers en s'accrochant sur les faux-bourdons qui sont acceptés par toutes les colonies, par la dérive des ouvrières et lors de pillage [46] Mais la propagation la plus efficace s'opère avec les apiculteurs lors des transhumances et des déplacements d'abeilles parasitées [35].

La durée de la phase phorétique dépond du nombre d'alvéoles du couvain disponibles pour entamer la phase de reproduction. Elle est de 4 à 11 jours en période d'été [31] à plusieurs mois en hiver [45].

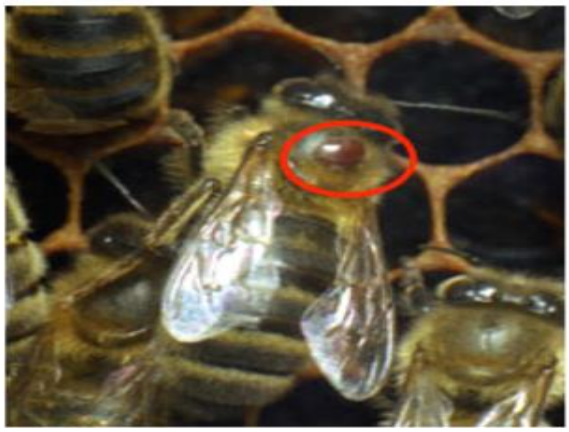


Figure 8 : *V. destructor* sur une abeille adulte [35]

3.3. Facteurs favorisants l'extension du varroa

Plusieurs facteurs peuvent contribuer à propager le Varroa, l'apiculteur peut en contrôler une partie. Parmi les facteurs que l'apiculteur ne peut contrôler, on compte par exemple [57] : la migration des faux-bourdons, qui peuvent facilement voyager 10 à 20 km par jour pour se trouver une nouvelle colonie. Et autres pratiques qui dépendent des apiculteurs qui expliquaient l'expansion rapide du Varroa. L'échange de cadres en provenance d'une colonie infestée. Le déplacement des ruches. Le commerce de couvains ou de reines d'une région où le Varroa est présent (même avec un certificat de santé de la colonie).

Sont toutes des pratiques qui peuvent contribuer à l'expansion du Varroa. Les essaims migrants ne peuvent pas être empêchés, mais l'accueil d'un tel essaim doit faire l'objet d'un suivi immédiat.

4. Action pathogène de varroa sur les colonies *d'Apis mellifera* :

D'apres [58], les actions sont :

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

surface. Chez les abeilles adultes la spoliation conduit à une perte de poids d'autant plus importante que le nombre de femelles fondatrices ayant infesté l'alvéole est élevé.

- **Action mutilante :** Des modifications morphologiques sont observables sur les abeilles adultes issues de nymphes parasitées : raccourcissement de l'abdomen et lésions allaires, dus à un défaut de développement au cours du stade nymphal (défaut d'espace disponible par la nymphe dans son alvéole). Les lésions allaires sont également à mettre en relation avec une infection virale transmise par *Varroa*. Au niveau des organes internes, les glandes hypo-pharyngiennes, qui sécrètent la gelée larvaire, voient également la taille de leurs acini diminuée (jusqu'à 14%), ce qui réduit la quantité de gelée produite et entraine une baisse d'aptitude aux soins chez les abeilles nourrices.

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

- **Baisse de fertilité :** Chez les faux-bourdons parasités, on observe une diminution du nombre de spermatozoïdes (baisse de 7,5 à 4,2 millions en moyenne). Par ailleurs, leur capacité de vol étant réduite, ils ne possèdent pas la force physique pour prendre en chasse et féconder les jeunes reines.

- **Réduction de l'espérance de vie :** La longévité des abeilles des colonies infestées est nettement réduite, notamment pour les abeilles d'hiver.

- **Immunodéficience :** La spoliation des protéines qui a lieu au cours des repas d'hémolymphe concerne en particuliers les AMP (anti-microbial proteins), ce qui conduit à une baisse d'immunité des abeilles et une sensibilité accrue aux maladies virales et bactériennes. L'infestation par *Varroa* induirait également une réduction de la transcription des gènes codant pour les protéines de l'immunité.

Chapitre 3 : Les Moyennes de lutte

Chapitre 3 : Les Moyennes de lutte

1. Traitement chimique

1.1. Les produits

Depuis l'apparition de la varroase (dans les années soixante), de nombreux chaecheurs travaillent pour trouver les méthodes ou les molécules convenables pour lutter contre cette parasitose.

Selon [11], l'apport de la matière active peut se faire par aérosols, fumigation et évaporation. Certaines de ces méthodes se sont montrées peu efficaces, d'autre sont révélées dangereuses aussi bien pour l'apiculteur que pour la colonie ainsi que par les résidus qu'elles laissent dans les produit de la ruche.

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) [59].

Tableau 3 : les traitements chimiques contre la varroatose [59].

Nom commercial	Matière active	Mode d'emploi
Amitraz	Triazapentatiene	Pulvérisation, vaporisation, fumigation
Apitol	chlorhydrate de cyniazole	Systémique
Fobex Va	Bromoprophylate	Fumigation
Apistan Klartan, Mavrik	Fluvalinate	Systémiques
Acide formique	acide formique	Vapeurs
Acide lactique	acide lactique	pulvérisation.
Perizin	Coumaphos	Systémique
Bayvarol	Flumétrine	Systémique
Varrrostan	Quinométhionate	Fumigation
Sineacar	Chloropropphylate et bromoprophylate	Poudrage
Phenotizine	Phénothiazine	Fumigation

K 79	Hydrovhlorure de chlorodine	forme systémique

1.2. Problèmes liés à la chimiothérapie :

Le principe fondamental de la chimiothérapie est d'apporter le maximum de résultat avec le minimum de risques [60], mais la réalité est tout autre, elle se révèle à long terme moins efficace.

Après analyses on retrouve des résidus sous différentes autres formes (sels) dans le miel, la cire, le couvain - elle crée des dommages irréversibles à la colonie (perte de la reine, diminution de la fécondité de la reine, action sur te couvain fermé ou ouvert, action à plus long terme sur les abeilles adultes) [61].

1.3.Résistance de Varroa :

Un produit qui, aux doses préconisées, était actif au début de son utilisation, ne l'est plus ou le devient de moins en moins quelques années plus tard, les chercheurs ont découvert ces toutes dernières années le mécanisme de résistance qui est en relation avec chaque produit et chaque type d'acariens [62]. Pire même, ils ont démontré non seulement que certains de ces mécanismes pouvaient se transmettre par voie génétique aux générations suivantes, mais aussi que la résistance d'un animal quelconque à un produit d'une famille chimique (organophosphorée, pyréthrinoide) pouvait induire une résistance à tous les produits appartenant à cette famille chimique, ce dernier phénomène étant appelé résistance croisée [11].

1.4. Problème de résidus

Du fait que les colonies doivent être traitées annuellement, la formation des résidus dans les produits de la ruche prend une ampleur très considérable [61] [63]. Selon [65], après un traitement des colonies, des niveaux des résidus de certaines molécules chimiques ont été détectées dans la cire des rayons du nid de couvain à savoir : Bromopropylate (59,9 mg/kg), Coumaphos (3,8 mg/kg), Fluvalinate (1,3mg/kg). Ces mêmes résidus ont été trouvés également dans du miel [61].

2. Traitement biologique :

2.1. Application des acides organiques :

L'Application des acides organiques sont incontestable comme des stratégies de lutte alternative comme l'acide formique, l'acide oxalique ou au thymol sont actuellement conseillées contre Varroa, combinent entre des traitements estivaux et automnal [65]. Ce traitement en arrière-saison permet de réduire le nombre de Varroa de telle sorte que la population initiale d'acariens au printemps soit suffisamment basse pour ne pas atteindre le seuil dommageable [66]. Pour l'instant, l'application de ce produit se fait soit par pulvérisation ou par dégouttement

2.1.1. Acide formique :

L'acide formique ou acide méthanoïque est une molécule hydrophile et très volatile, on retrouve à l'état naturel dans plusieurs plantes, surtout au niveau des fruits. Il est donc normal qu'on le retrouve dans le miel en faible concentration, typiquement environ 100 mg/kg de miel et même plus pour certains miels comme celui de sapin qui en contient 200 mg/kg [67].

Un traitement effectué au printemps augmente la concentration du miel en acide formique jusqu'à 417mg/Kg. Des résidus d'un tel niveau pouvant modifier le gout du miel, l'utilisation de ce traitement est en conséquence conseillée en hiver [67] Le produit présente une toxicité pour l'homme et devient dangereux pour les abeilles si la température est supérieure à 30C et s'avère nettement moins efficace en-deca de 12C, [68].

2.1.2. Acide oxalique et acide lactique :

L'acide oxalique et l'acide lactique ont aussi fait l'objet d'essais contre le varroa. Selon [69], l'efficacité moyenne de l'acide oxalique a été de 98.3% en 1994 et de 97.4% en 1995. Sur 101 des 112 colonies expérimentales, l'efficacité du traitement a été de plus de 95%. Des chercheurs allemands ont rapporté une bonne efficacité de l'acide lactique à 10-15%, mais, selon les apiculteurs l'ayant utilisé, cet acide serait moins efficace que l'acide formique [70].

2.1.3. Aromathérapie ou utilisation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles appelées aussi essences, sont des mélanges de substance aromatiques produites de nombreuses plants concentrés de principes actifs de plantes dans dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches et bois [71] [65] ont testé Plus de

150 huiles essentielles pour la lutte contre *V. jacobsoni* parmi tout les composants testés, c'est le thymol

2.1.4. Thymol :

Le thymol est un phénol contenu dans l'huile essentielle de plusieurs plantes. C'est une molécule liposoluble et volatile appartenant à la famille des mono-terpènes [59] qui s'est imposé dans la pratique (thymovar, Apiguard et apilifeVar à base de thymol deux produit homologués et commercialisés en Europe) [71]. Les formes galéniques sont des supports qui permettent la diffusion aérienne du thymol dans l'enceinte de la ruche. Il agit par contact direct sur les parasites, par inhalation et franchissement de la cuticule. Son mode d'action acaricide n'est pas parfaitement connu [72] Cette molécule s'accumule dans la cire, et peut être retrouvée dans le miel, à des doses toutefois très faibles, qui ne représentent aucun danger pour la consommation humaine [59]. La contre-indication du traitement pendant la miellée tient au seul risque d'altération du goût du miel [73].

3. Biotechniques :

3.1. Plateau grillagé

La première mesure mécanique permettant de réduire la progression de la population du Varroa est d'équiper les ruches d'un plateau grillagé, à maillage suffisamment fin pour laisser passer les varroa mais pas les abeilles, en effet, régulièrement des varroas chutent au fond de la ruche (épouillage, chute au moment de l'émergence de la jeune abeille, etc). Incapable de regagner la colonie par leurs propres moyens, les acariens restent alors prisonniers au fond de ces plateaux [74].

3.2. Blocage de ponte de la reine

Selon [75], l'arrêt de ponte de la reine perturbe et interrompt la multiplication des femelles Varroa. Pour ce faire, il est conseiller de limiter la ponte de la reine sur un cadre, en 3 à 4 fois sur une période de 4 semaines et de détruire ce couvain. Cette destruction anéantit du même coup 80 à 95% des varroas présents dans la colonie.

3.3. Retrait du couvain de mâle

Cette méthode met à profit l'attraction préférentielle des femelles varroa (fondatrices) envers le couvain de mâle. La méthodologie de base consiste à introduire un cadre du couvain de mâle dans la colonie et le laisser jusqu'à l'operculation. Une fois operculé, il suffit de le

retirer et de le détruire. Ce type d'intervention vise à freiner le développement des populations du Varroa au début de la saison apicole et de diminuer ainsi la pression d'infestation au cours de l'été [76].

3.4. Formation de jeunes nucléi

D'après [76], la formation de jeunes nucléi (essaimage) est aussi une mesure biotechnique efficace pour retirer une partie non négligeable des varroas de la colonie mère. D'ailleurs, en formant un jeune nucléus la quantité du varroa n'est pas modifiée mais elle est répartie entre deux colonies et le taux d'infestation des abeilles est ainsi diminué [76].

4. Saupoudrage par le probiotique :

Chez les animaux, le microbiote joue un rôle essentiel dans le renforcement du système immunitaire, et ainsi dans la protection contre les pathogènes. Ces microorganismes sont ainsi très utilisés dans les élevages d'animaux à travers l'emploi de probiotiques, principalement à bases de bactéries d'acide lactique (Lactic Acid bacteria : LAB). Ces LAB récemment été découvert ; tester comme moyen naturel pour améliorer la résistance aux pathogènes et la santé des abeilles [77]

5. Autres moyens de lutte

5.1. Le VHS *(Varroa Sensitive Hygiene)*

Le VSH est un caractère de l'abeille qui consiste au nettoyage des cellules infestées par varroa [78] Des études ont montré que cette aptitude de nettoyage se décompose en deux étapes:

- Une étape de détection de la larve affectée ou les abeilles capables de détecter et désoperculer partiellement la cellule infestée.
- Une étape d'évacuation de la larve ou les abeilles qui désoperculeraient et ôteraient la larve de la cellule.

Ces deux étapes sembleraient être deux caractères distincts. Ainsi le caractère de « nettoyage » serait en fait l'association du caractère de « détection » et du caractère d' « élimination ». Des recherches sont réalisées pour savoir si des gènes différents coderaient pour chacun de ces comportements [78].

Ainsi les abeilles possédant le caractère VSH auraient une bonne résistance à varroa car elles perturberaient le cycle de reproduction du parasite. Ce caractère est prometteur pour la sélection car il possède une bonne héritabilité [79]

5.2. Comportement hygiénique

Les abeilles appartenant à des colonies hygiéniques détectent et extraient des alvéoles, qu'elles soient operculées ou non, les larves et nymphes d'abeilles malades ou infestées par *V. destructor* (Figure 9) [80][81].

[81]. Cet auteur a mené ses expérimentations au Mexique et a cherché à comprendre la tolérance des colonies d'abeilles africanisées en comparant le comportement hygiénique africanisées qui se sont avérées beaucoup plus 'nettoyeuses' ; avec celui de colonies d'abeilles de souches européennes plus sensibles au parasite. En effet, les premières ont détecté et retiré un tiers du couvain infesté, alors que les secondes n'en ont retiré qu'un dixième [81].

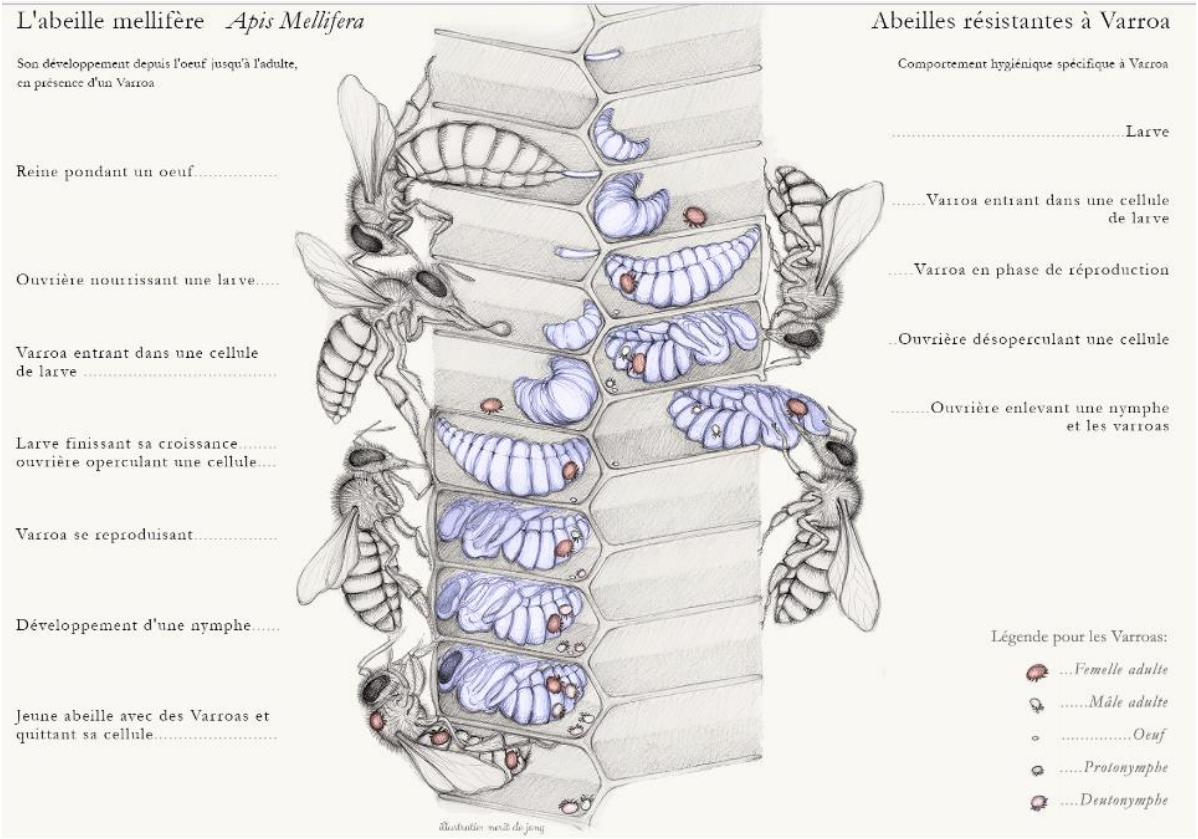


Figure 9 : l'abeille VSH illustration du comportement hygiénique (jong mérite) (http://aristabeeresearch.org/

Le comportement hygiénique non spécifique d'une colonie peut être testé en plaçant un morceau de couvain préalablement congelé ou tué à l'aiguille au sein de la ruche. Plus l'évacuation des larves mortes est rapide, plus la colonie est considérée comme étant pourvue du caractère hygiénique [82][83]. Le test du couvain tué à l'aiguille est réalisé sur du couvain operculé contenant des nymphes aux yeux blancs ou des nymphes aux yeux roses [84]. Ce test est plus facile à mettre en place, mais semble moins sensible pour la discrimination du caractère hygiénique d'une colonie que le test du couvain congelé [85].

Le mécanisme permettant à ces ouvrières de repérer et d'éliminer le couvain mort, malade ou infesté n'est pas connu. Des stimuli mécaniques, acoustiques ou chimiques pourraient intervenir [86]. Après l'infestation du couvain par un ou deux *V. destructor*, le retrait du couvain infesté est observé majoritairement entre le jour 3 et 5 post operculation [87][88]. Le fait que la désoperculation puisse intervenir plus de 4 jours après l'infestation suggère que la détection de *V. destructor* dépend de signaux émis par la nymphe blessée par le nourrissement du parasite [89]. Le comportement hygiénique reste le même, que les alvéoles infestées artificiellement le soient par des *V. destructor* vivants ou morts. Ce résultat suggère que le stimulus initiant le comportement hygiénique n'est pas le mouvement de l'acarien à l'intérieur de l'alvéole [82]. L'étude des colonies VSH (*Varroa Sensitive Hygiene*) montrant une forme particulière de comportement hygiénique caractérisé par un arrêt de la reproduction du parasite lors du retrait des acariens des alvéoles qu'il infeste, suggère que le stimulus initiant le retrait des *V. destructor* infestant est l'oviposition ou un élément associé à l'oviposition de l'acarien [89].

Chapitre 4 : **Matériels et méthodes**

Chapitre 4 : Matériels et méthodes

Notre expérimentation s'est déroulé durant la période allant du mois Septembre 2016 jusqu' au mois de Mai 2017 dans deux ruchers privés, dans de site déférente (Sidi Moussa Wilaya d'Alger et Cheblie a Wilaya de Blida). L'étude est porte sur la population de l'abeille et leurs parasites *V. destructor*, elle est menée en deux parties :

- Premier partie : Etude de la dynamique de population du *V. destructor* et avec leurs hôte local *Apis mellifera*.
- Deuxième partie : Déterminer l'efficacité des traitements biologiques apportés

1. présentation de site de stage

1.1. Station Chebli :

L'exploitation de Chebli, se situe au sud de la ville d'Alger Elle fait partie de la daïra de Bouinan dans la Wilaya de Blida, au centre de la plaine de la Mitidja, à 30 km d'Alger le capital, à 22 km de Blida chef lieu de la wilaya et à 8 km de Boufarik, elle est délimitée au nord par la commune de Birtouta et au sud par la commune de Bougara. Leur coordonnée géographique est 36° 35' Nord, 3° 0.1' Est. (Figure 10)

1.2. Station de sidi moussa

C'est une commune de la plaine de la Mitidja, située à environ 25 km au Sud d'Alger elle fait partie de la daïra de Baraki Wilaya d'Alger, entourée par Chebli et Birtouta, à 6 km au nord-ouest d'Ouled Slama la plus grande ville aux alentours. Leur coordonnée géographique est 36°39`58``Nord, 3°05`30``Est. (Figure 11)

1.3. Choix de l'exploitation

Le milieu d'étude correspond à la zone la plus fertile et la plus soumise aux exploitations et aux activités agricoles dans le nord de l'Algérie. Les régions d'étude est caractérisée par de vaste surfaces cultivées ; consacrées au productions maraichères céréalières fourragères fruitières (l'oranger, le pommier, néflier), viticole et industrielles,

auxquels s'ajoutent d'autres plantes mellifères et pollinifères, notamment l'oxalis, et la moutardes des champs ; parallèlement à ces cultures il faut noté l'importance des haies des arbres d'alignement et des brise-vent, qui caractérisent le paysage de la région . les espèces présentes le plus souvent sont *Casuarina torulosa,* Cupresus *semperivirens, Eucalyptus camaldulensis, Ceratonia siliqua, Pyracantha coccinea, Fraxinus raxinus excelsior, Fraxinus. angustifolia, Platanus orientalis et Olea europaea* (Figure 12 et 13).

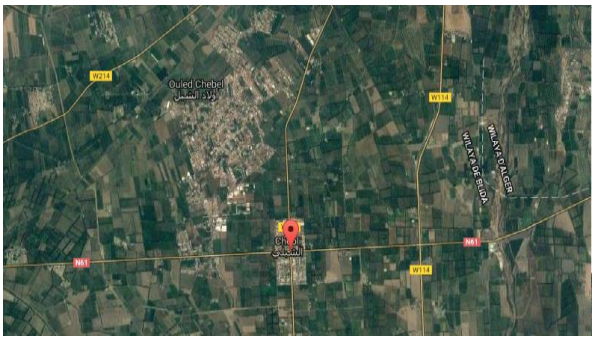


Figure 10 : situation de la zone d'étude « Chebllie » (Google Earthe 2017)

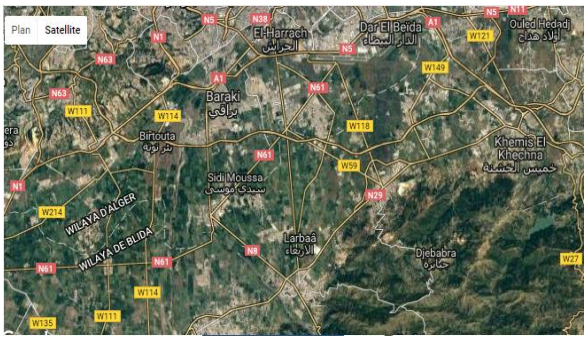


Figure 11 : situation de la zone d'étude « sidi Moussa » (Google Earthe 2017)



Figure 12 : Rucher de l'exploitation de Chebli (photo originale)



Figure 13 : emplacement des ruches à Sidi Moussa (photo originale)

1.4. Emplacement du rucher :

En apiculture l'emplacement des ruche et très important : d'une part pour une bonne activité des colonnes et d'autre part pour la santé des abeilles. Le rucher expérimentale et disposer sur un terrain plat d'accès facile les ruche sont posé sur des supports métallique surélever de 30 cm du sol pour éviter l'humidité elles sont placé de façon désordonné pour éviter la dérive. Ces rucher sont orienter ver le soleille levant, ce qui favorise l'activité matinale des abeilles

2. Le climat :

Le climat joue un rôle important dans le développement du couvert v égétal en générale et de la flore mellifère en particulier. Il est considèré comme un facteur majeur dans la régulation de cycle biologique des abeilles [65]. L'étude du climat, en l'occurrence les précipitations et les températures, et le suivi de son évolution nécessitent de longues et nombreuses séries d'observations. Malheureusement, nous ne disposons pas de séries de données parfaitement continues. Celles-ci proviennent des trois organismes en Algérie, à savoir l'Agence nationale des ressources hydraulique (ANRH) et l'Office nationale de météorologie (ONM) et le centre météorologie de du service de la défense nationale.

2.1. Température

L'analyse de l'évolution des températures minimales (m), maximales (M) enregistrées durant la période 1984/2013, fait ressortir que les basses températures sont enregistrées aux mois de février, alors que les températures les plus élevées sont notées durant le mois d'août. Les moyennes des minimas du mois le plus froid sont enregistrées au mois de janvier de l'année 2005 avec une température de -0,3°C, et les moyennes des maximas du mois le plus chaud sont notées au mois d'août 1999 avec 45,9 °C (Figure 14).

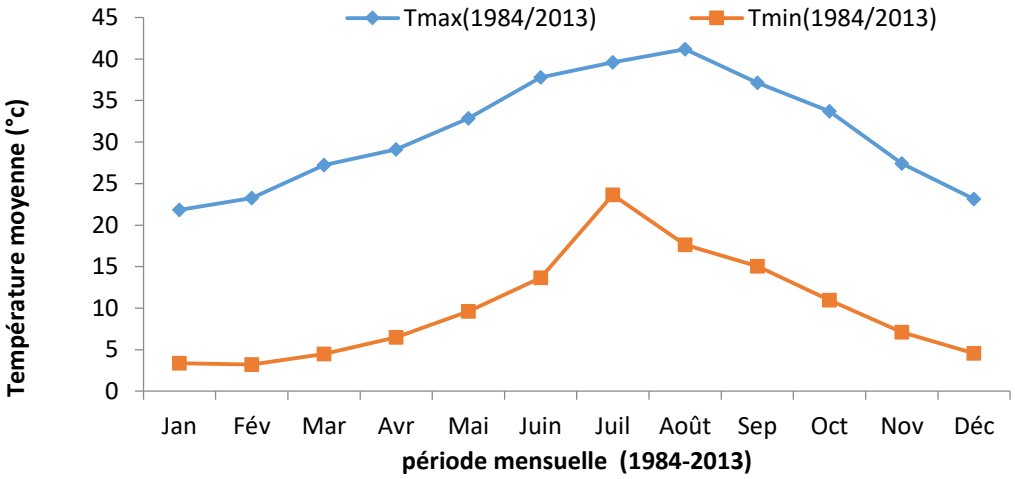


Figure 14 : Variation des températures maximales et températures minimales au cours de la période 1984-2013

2.2. La pluviométrie

Les précipitations moyennes annuelles dans la Mitidja ont un régime typiquement méditerranéen et varient entre 600 et 900 mm en fonction de la région considérée, avec un maximum en hiver et un minimum en été.

L'analyse de la variabilité pluviométrique durant la période 1967/2013, montre que depuis plus de 20 ans, la moyenne pluviométrique dans la région de la Mitidja a souvent été en dessous d'une moyenne de l'ordre de 640 mm, enregistrée à la fin des années 1960 (Figure14). Trois périodes sécheresse de durées différentes ont été enregistrées dont la plus intense et la plus longue est celle s'étalant de 1996 à 2002. De ce fait, une baisse pluviométrique de 17,2% est notée par rapport à la moyenne annuelle des précipitations estimée dans la région du Mitidja centrale (Figure 15).

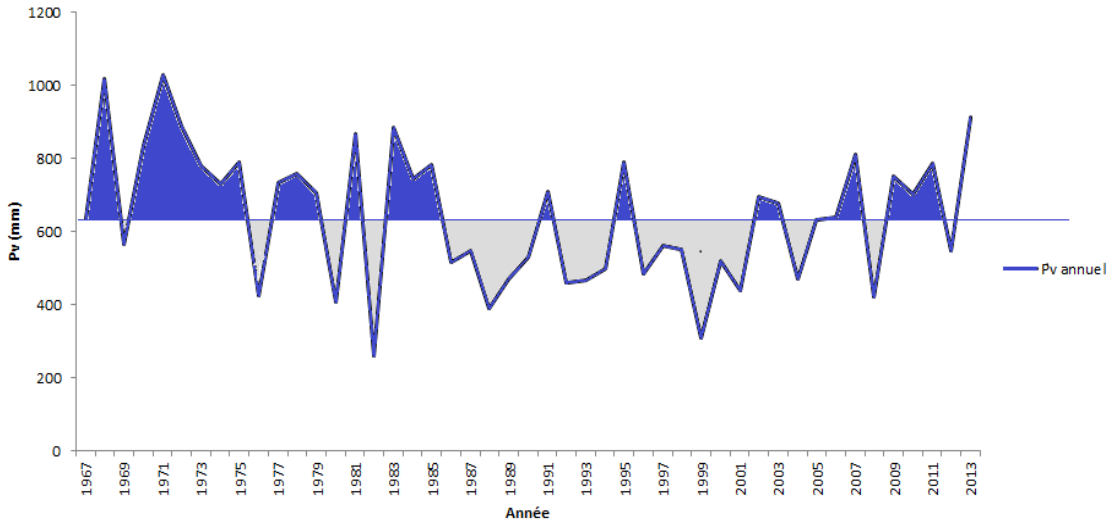


Figure 15: Précipitations annuelles dans la plaine de la Mitidja pour la période de 1967 à 2013. Abondance pluviométrique; déficit pluviométrique)

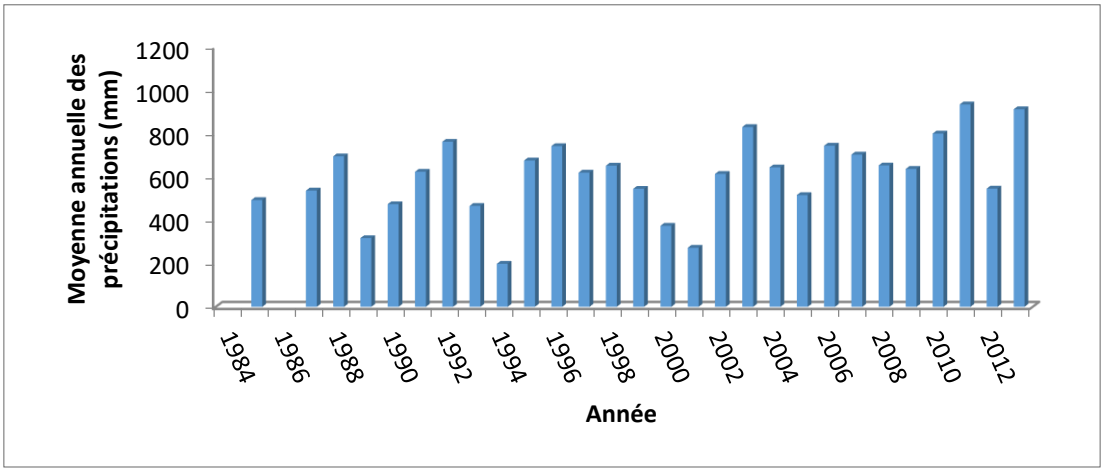


Figure 16 : La Variation interannuelle des précipitations (mm) dans la région Mitidja (période 1984/2013).

La distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur des activités biologiques des ravageurs. [90], définissent le mois sec lorsque la somme des précipitations moyennes exprimées en (mm) est

inférieure ou double de la température de ce mois (P/ 2 T). La période sèche pour la période de 1984 à 2013, s'étale sur sept mois d'Avril à Octobre, et la période humide qui s'étale sur Cinque mois, de début Novembre au fin Mars (Figure 17).

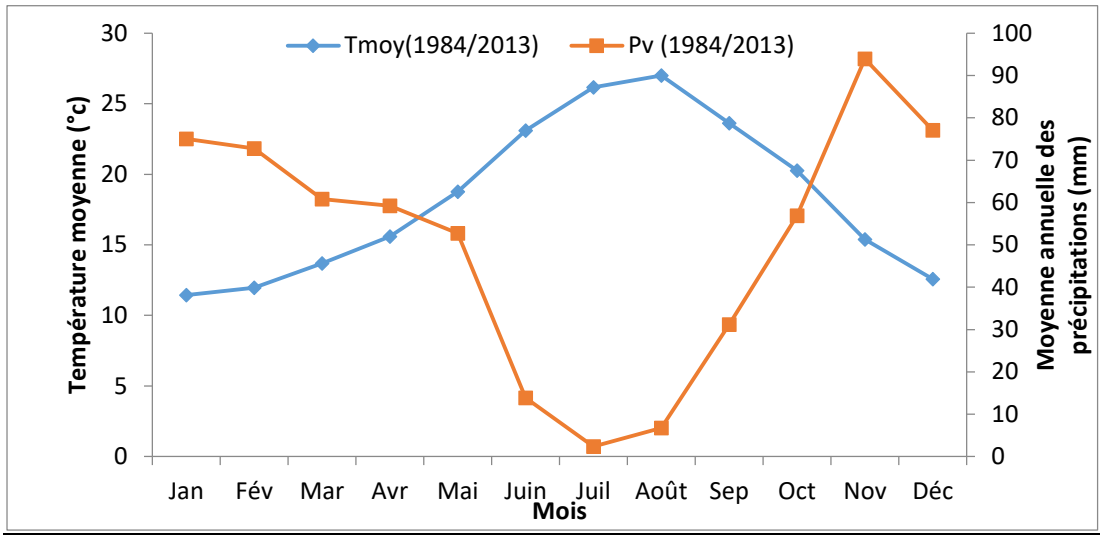


Figure 17 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la Mitidja d'étude.

3. Matériels et méthodes :

3.1. Matériel apicole :

- **Ruches :** Pour bien mené notre étude sur le train nous avons utilisé 20 ruche de type langstroth comprenant 14 cadre aves cire chaque ruche est composée d'un plateau hausse couvre cadre et couvercle (Figure 18)
- **L'enfumoir :** est un outil métallique muni d'un soufflet et d'un couvercle sous forme d'entonnoir. Il est indispensable pour la manipulation des colonies car la fumée qu'il dégage calme et adoucir l'agressivité des abeilles, lors de la pose et le retrait des langes, et le traitement (Figure 19).
- **Lève cadres :** c'est une barre en fer qui sert à décoller les cadres de la ruche que les abeilles ont soudé avec de la propolis (Figure 19).
- **Ruchette de transport** : Il s'agit d'une petite ruche légère, qui sert de moyen à transporter les cadres bâtis, contenant des cupules remplies de gelée royale, elle est également indispensable pour autres manoeuvres au rucher (Figure 20).
- **La brosse :** pour débarrasser un cadre de toutes les abeilles (Figure 21).
- **Combinaison et une paire de gant :** pour éviter les piqûres des abeilles (Figure 21).

- **Matériel biologique** : consiste l'abeille domestique local Apis mellifera intermissa (Figure 22) et l'acarien ectoparasite d'abeille varroa jacobsoni (Figure 23).

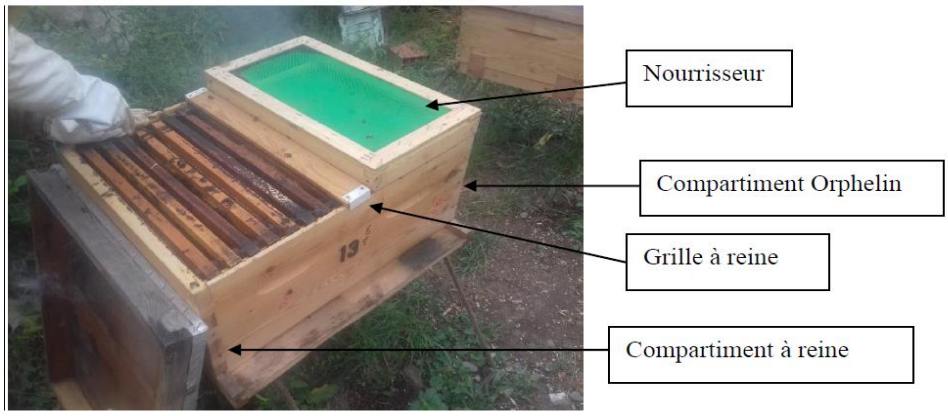


Figure 18: ruch**e** composée de 14 cadres, séparées par une grille à rien (photo professionnelle)



Figure 19: L'Enfumoir, allumettes, et lève cadre (photo personnel



Figure 20: ruchette de transport (photo personnel)



Figure 21 : combinaisons apicole, les gants, la brosse,(photo personnel)

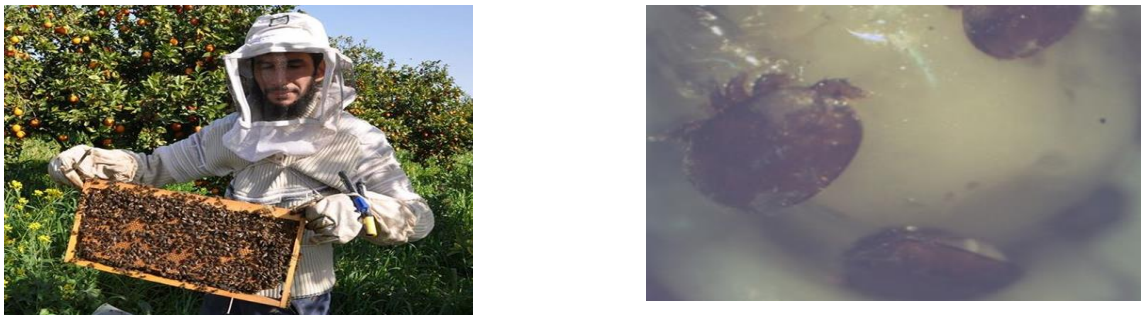


Figure 22: Population de abeille *apis mellifera* (photo personnel)

Figure 23: Population de varroa (photo personnel)

3.3. Matériels utilisés pour le traitement :

3.3.1. Le retrait de cadre a male :

Piéger les varroas dans du couvain consiste à introduire dans la colonie un cadre spécial, ou «cadre piège» (Figure 24), qui sera placé en contact avec le couvain afin qu'il soit rapidement bâti et pondu. Une fois operculé, il est découpé et éliminé, puis le cadre est remis en place dans la ruche afin de permettre une prochaine découpe.

Le «cadre piège» peut être un simple cadre à mâle (pour le format Langstroth). Il est préférable, pour le format Dadant, d'utiliser un cadre neuf (non filé) que l'on modifie légèrement en plaçant en son milieu une latte horizontale, afin de délimiter deux zones égales auxquelles ont ajouté. A chacune une amorce de cire (de 1 à 2 cm maximums, voir photo). Les abeilles étireront ainsi du couvain mâle. En fonction de sa maturité, nous découperons la moitié supérieure ou inférieure du cadre (remarque : il est utile, pour favoriser les bâtisses naturelles de mâle, de retirer de vos ruches les cadres comportant tout ou partie d'alvéoles mâles !)

Le «cadre piège» doit être en place lors de la période de développement de la colonie (de mars à mimai), c'est à dire tant que les abeilles sont capables de bâtir et de développer du couvain mâle. Au printemps, lorsque vous jugez vos colonies suffisamment fortes pour cela, introduisez ce cadre en plein milieu du couvain (ou en bordure de couvain, si les conditions météo et/ou la force de votre colonie ne paraissent pas satisfaisantes). Surveillez son évolution et notez au besoin la date où vous constater qu'il est pondu. Dès que l'intégralité d'une de ses sections est entièrement operculée, il est temps de passer à la «récolte» : avec le lève-cadre, découpez le couvain (récupérer le dans un seau que vous fermerez pour éviter le pillage) et brûler/fondez ce couvain sans attendre. Il est bien sur essentiel de ne pas laisser naître ce couvain.





Figure 24 : Cadre a male (photo personnel)



Figure 25: Probiotique A (photo personnel)



Figure 26: Probiotique B (photo personnel)

Figure 27: Traitement de contrôle (photo personnel)

3.3.2. Saupoudrage

Par les probiotiques qui sont des micro-organismes capables de booster la réponse immunitaire de l'organisme. Ils renforcent la flore intestinale qui joue un rôle actif pour contrer le développement de colonies de bactéries pathogènes. Ils occupent le terrain, rendant ainsi la vie plus dure aux mauvaises bactéries (produit A, produit B et c. produit C : (solution liquide)), (Figure 25, 26,27)

4. Méthodes expérimentale :

4.1. Détermination de la population d'abeille d'une colonie :

Parallèlement au comptage de varroas morts, nous avons procédé à l'estimation du nombre d'abeilles dans chaque colonie (tableau 4) Dimensions internes des cadres Langstroth et cadres de DADANT [91].

4.2. Méthode d'estimation de nombre d'abeille dans une colonie :

En sachant que quatre (4) cadres de DADANT renferment environ 01 kg d'abeilles, un cadre renfermer donc 1kg/4=250g d'abeille, soit 2500 abeilles (poids moyen d'une abeille estimé à 0.1g)

A cet effet, un cadre DADANT de superficies égale à 989.00mm^2 contient 250g d'abeilles d'où un cadre Langstroth comprendra 207g d'abeilles, soit 2070 abeilles (poids moyen d'une abeille estimé à 0.1g).

Les ruches utilisées dans l'expérience renferment 5 cadres Langstroth, occupées par les abeilles, donc le nombre d'abeilles estimé est 10350 abeilles (5*2070).

4.3. Étude de la dynamique de population de VAROOA :

4.3.1. Estimation de nombre de varroa mort sur les langes : (du 20/08/2016 au 08/09/2016)

C’est une méthode qui consiste à recueillir les varroas morts naturellement sur les langes durant la période estivale et en présence de couvain (un cadre et demi de couvain au minimum).le choix de cette méthode repose sur deux faits :

- En période estivale, la durée de vie de varroas est de 90 jours au maximum.
- La majorité des varroas qui vont mourir naturellement tomberont sur les Langes et il sera facile de les dénombrer.

Nous posons les Langes pendant un mois, et dénombrons sur ceux-ci chaque semaine, le nombre de varroas morts naturellement. Nous obtenons ainsi et par simple division la mortalité Journalière. Cette valeur multipliée par 90 (durée de vie maximale de femelles varroas), On obtient approximativement le nombre d’acariens vivants dans la colonie. Ce nombre ramené à la population d’abeille estimée de la colonie. Permettra enfin d’établir le taux d’infestation [11]

Les conditions de travail étant réunies, nous avons entamé notre expérimentation la première semaine de septembre, qui a duré 21 jours (Figure 28, 30).



Figure 28 : Retrait des langes. (photo personnel)



Figure 29 : Dénombrement de varroa. (photo personnel)

4.3.2. Méthode de calcul du taux d’infestation d’une colonie :

Nous ont permis d’évaluer le degré d’infestation de cette dernière comme suit :

- «**A** » : correspond au nombre d’acariens morts pendant 30 jours sur les Langes.
- « **B** » : correspond à la mortalité journalière de varroas, obtenue en faisant le rapport A/30

- « **C** » : correspond au nombre de varroas estimé dans une colonie tel que C=B*90(90, durée de vie de varroas en été).
- « **p** » : représente le nombre d'abeilles estimées dans une colonie.

Le taux d'infestation (**TI**) serait donc : le rapport entre le nombre de varroas et le nombre d'abeilles d'une même colonie.

TI = C / P*100

4.3.3. Estimation de la population du varroa dans le couvain :

Un échantillon de 200 cellules du couvain operculé est ouvert à l'aide d'une pince entomologique (Figure 28). Les nymphe sont retirées pour compter le nombre de varroa présent soit dans l'alvéole ou collés sur la nymphe. Cette opération effectuée a fin de déterminer le taux d'infestation du couvain ce qui donnera une idée sur le degré d'infestation de la colonie [92]



Figure 30 : Prélèvement des nymphes de l'abeille (photo originale)

Le taux d'infestation du couvain (TIC) est déterminé par la formule suivante :

TIC(%) = (Nombre de cellules infestées par varroa/ Nombre de cellules ouverts) x 100

4.3.4. Estimation de population de varroa sur abeille adulte

Avant d'estimer la population des varroas phorétique dans chaque colonie ; nous avons d'abord déterminé le taux d'infestation des abeilles adulte en suivant la méthode de [93] celle-ci consiste à prélever sur plusieurs cadre d'une ruche environs 800 abeille. Prélèvement des abeilles comme suit :

1. Choisir un cadre couvert d'abeilles (Figure 31).
2. Vérifier que la reine n'est pas présente dans cette ruche (Figure 32).
3. Mettre celui-ci de côté, et prélever les abeilles sans risques sur les autres cadres dans un pot (Figure 33).
4. Verser sur les abeilles dans le pot 3-4 cuillérées de sucre glace (environ 30 gr.) (Figure 34).
5. Rouler les abeilles dans le sucre. Laisser les abeilles «travailler» dans le sucre pendant 3-4 minutes. Remuer de temps en temps pour bien répartir le sucre. Secouez le sucre (Figure 35).
6. Saupoudrer le sucre glace sur une plaque blanche pour compter les varroas (Figure 36).
7. Relâcher les abeilles dans le nourrisseur (Figure 37).



Figure 31: Choisir un cadre (photo originale)



Figure 32: Vérification de la présence de la reine (photo originale)



Figure 33: Mètre les abeilles dans un pot (photo personnel)



Figure 34: Verser le sucre sur les abeilles (photo personnel)



Figure 35: Rouler les abeilles dans le



Figure 36: Saupoudre le sucre glace (photo

sucre (photo personnel) personnel)



Figure 37: Lâcher les abeilles dans la ruche (photo originale)

Le taux d'infestation des abeilles est calcules comme suit :

TIA (%) = (Nombre de varroa phorétiques trouvés/ Nombre d'abeilles prélevés) x100

4.3.5. Constitution des lots expérimentaux :

Le rucher sur lequel nous avons mené notre expérimentation est partagé en quatre lots :

- **Lot n 01 :** Constituer également de 2 ruche traitées par le piégeage (ruches numéro : 1, 2, 3 et 4)
- **Lot n 02 :** Constituer également de 20 ruches traitées par le saupoudrage
    - **Lot A :** Constituer 5 ruches traitées par le produit A, puis par un traitement à base de l'Amitraze. (5, 6, 7, 8 et 9)
    - **Lot B :** Constituer 5 ruches traitées par le produit B, puis par un traitement à base de l'Amitraze. (10, 11, 12, 13 et 14)
    - **Lot C :** Constituer 5 ruches traitées par le produit C, puis par un traitement à base de l'Amitraze (15, 16, 17, 18 et 19)
    - **Lot de témoin** : Ne reçut aucuns traitements (20, 21, 22, 23 et 24)
- **Lot n 03 :** Constituer également de 15 ruches issues le teste de VHS (25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38 et 39)
- **Lot n 04 :** C'est le lot témoin composé de 07 ruches qui n'ont pas subi aucun traitement biologique (40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47).

4.3.6. Traitement :

- **Lot n 01 :** Constituer également de 4 ruches traitées par le piégeage : Nous avons conduit une expérimentation sur 4 ruches ; Ces ruches ont été réparties en deux lots

équivalents de 2 ruches : Un «lot test» qui a reçu des «cadres pièges» et un «lot témoin» qui a été conduit normalement. Les lots ont étés équilibrés au début de l'expérimentation : chaque colonie contenait alors 2 cadres de couvain. Les différents historiques de traitements Varroa et les reines d'âges différents ont été répartis équitablement entre les lots.

- **Lot n 02 :** Constituer également de 20 ruches traitées par le saupoudrage. Le protocole consiste à estimer le taux d'infestation de varroa par la méthode de grilles pendant 3 semaine ; après ont répartie les ruche en 4 lot équivalent de 5 ruche. Un lot de teste reçu de probiotique A et un lot reçu le probiotique B et un lot reçu le probiotique liquide C et un lot de témoin ne reçut aucun traitement. On saupoudre 10 à 15 grammes de probiotique entre les cadres du corps de ruche, puis on a répété ce traitement trois fois à d'intervalle de 10 jour entre les applications puis on a appliquée le traitement de control par, à base de l'Amitraze.
- **Lot n 0 3 :** constituer également de 15 ruches issues le teste de VHS : Le protocole consiste à désoperculer environ 200 cellules pour trouver au minimum 30 fondatrices pour que les données soient significatives. Lorsqu'on a peu de varroa dans le couvain, on met une bonne cotation pour le varroa dans le couvain mais on ne donne pas de cotation pour le VSH. (spivack). La formule pour calculer le VSH est donc :

  Niveau de VSH = (Fondatrice sans descendant/ Fondatrices totales observées) x100

  Les colonies non résistantes auront un niveau de VSH entre 0-40% avec une moyenne à 14%, les hybrides entre 50-100% avec une moyenne à 60%, et les VSH entre 75-100% avec une moyenne à 90%.

  Le gros problème de cette technique est qu'il est difficile de trouver suffisamment de varroas dans les cellules des souches résistantes. Par ailleurs, il est nécessaire d'utiliser une loupe binoculaire et une lumière froide pour réaliser le test.

- **Lot n 04 :**c'est le lot témoin composé de 11 ruches qui n'ont pas subi aucun traitement biologique

Chapitre 5 Résultats et interprétation

Chapitre 5 Résultats et interprétation

1. Etude de la dynamique de population de varroa 2016 – 2017

L'objectif de cette étude est de connaitre la dynamique du varroa afin d'exploiter les points sensibles du développement de varroa.

La surveillance régulière de la population de varroas est une mesure essentielle, car elle permet de déceler à temps une éventuelle augmentation de la population de parasites et elle permet d'appliquer les mesures de lutte qui s'imposent.

L'étude de la dynamique de population de varroa été suivie par des comptages du varroa phorétique et fondatrice Le nombre de varroas relevé à chaque comptage a permis de calculer le taux de l'infestation de chaque ruche.

1.1. La dynamique de population de varroa la période Mars-Novembre 2016

1.1.1 Station de Sidi Moussa durant

1.1.1.1. Evolution du taux d'infestation du couvain (TIC) 2016

Les résultats obtenus montrent que le taux d'infestation du couvain et le nombre du varroa dans celui-ci varient selon le mois. Le TIC atteint son maximum vers la fin du mois de Mai (figure 37), durant cette période nous avons enregistré un taux de 31%, Et ça s'explique par le début de la reproduction chez les abeilles. Suite à la floraison et un apport de pollen et de nectar dans la nature, la reine commence sa ponte, ce qui induit une augmentation de la surface du couvain, et ces conditions favorables au développement du varroa dans le couvain ce taux régresse pour atteindre une moyenne de 3.93 % au mois de Novembre.

1.1.1.2. Evolution du taux d'infestation des abeilles adultes (TIA)

Le taux d'infestation de l'abeille adulte (TIA) atteint leur maximum au mois du juillet de 40,66% (figure 38), l'évolution de TIA varie d'une période à une autre et d'une ruche à une autre. En effet, à cette période les varroas qui étaient dans le couvain sont devenus phorétiques, suit à l'émergence des abeilles de leur alvéole

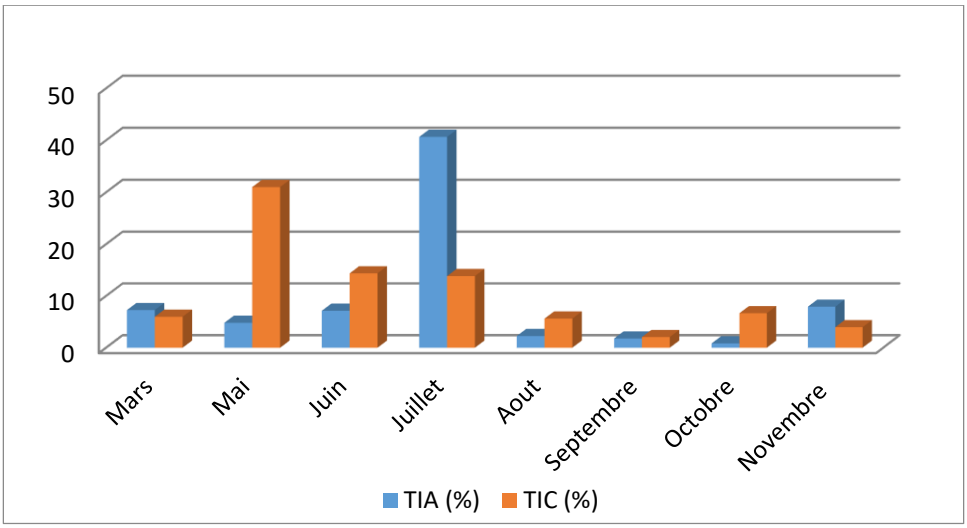


Figure 38 Variation mensuelle moyenne de l'infestation du couvain (TIC) et l'infestation de l'abeille adulte (TIA) par le varroa durant la période d'étude (2016) à la station de Sidi Moussa.

Nos résultats concordent avec ceux de [74] qui rapportent que le nombre du varroa dans le couvain est lié à la saison et à la disponibilité du couvain dans la ruche. De nombreux auteurs signalent que les effets climatiques sur la production du couvain influent significativement sur la croissance de la population du Varroa dans le couvain [89].

D'après nos résultats les taux d'infestation (TIC) et (TIA) est régressé durant les mois d'aout, septembre, octobre et novembre par la moyenne de 3.93% (TIC) et 7.92% de (TIA) sans traitement (figure 37). Et cela explique par les conditions climatiques, l'augmentation de la température, [65]. La mortalité du varroa, aussi à l'affaiblissement de la colonie à la fin de la saison. D'après [70] l'action pathogène du varroa est liée directement à la proportion du nombre de parasite par rapport au nombre d'abeilles dans la colonie et les symptômes s'aggraveront quand la population d'abeilles diminuera pendant que celle du varroa restera constante ou continue de progresser.

L'étude effectuée au Mexique, [76] révèle que le max du Varroa phorétique se rencontre à l'époque où le couvain est à son apogée, c'est-à-dire le printemps. D'ailleurs, il a enregistré un taux d'infestation de 30 à 40% alors qu'en automne, ce taux varie de 5 à 10%

L'étude de la dynamique du Varroa durant cette période, nous a poussés à adopter le protocole de traitement biologique suivant :

- Durant la période ou l'infestation du couvain est élevée, on utilise le traitement par le piégeage du varroa dans le cadre à male.

– Durant la période ou l'infestation du varroa sur les abeilles adulte est élève, on utilise le traitement par le saupoudrage.

1.2. Etude de la dynamique de la population de varroa durant la période 2017

1.2.1 Station sidi moussa

1.2.1.1. Evolution du taux d'infestation du couvain (TIC)

➢ **La ruche N° 1** :

L'infestation de couvain (TIC) par le varroa dans la ruche N°01 atteint son maximum vers le mois de Mars, en cette période nous avons enregistré un taux de 1% ce taux régresser jusqu' à atteindre une la moyenne de 0.01 % au mois de Mai. (Figure 39)

➢ **La Ruche N° 2 :**

L'infestation du couvain par le varroa dans la ruche N° 2 est nulle reste constante durant le mois de mars jusqu'a le début de mois d'Avril, nous avons enregistrées une évolution faible de 0,18 % vers la fin du mois d'Avril puis on a enregistrée une régression du taux pour attient son minimal par 0% durant le mois de mai. (Figurr39)

1.2.1.2. Evolution du taux d'infestation des abeilles adultes (TIA)

➢ **La ruche N° 1** :

Le taux d'infestation des abeilles adultes est on évolution de 1,25 % au mois de mars pour atteindre son maximum durant le mois de mai (1,46 %). Cette croissance s'explique par l'émergence des abeilles après l'éclosion accompagnées de Varroas. (Figure39)

➢ **La Ruche N° 2 :**

L'infestation des abeilles adultes (TIA) est en évolution, de 0 ,37 % au mois de Mars pour atteindre son maximum avec une moyenne de 1,55 % durant le mois de Mai. Cette croissance s'explique par l'émergence des abeilles après l'éclosion accompagnées de Varroas. (Figure 39)

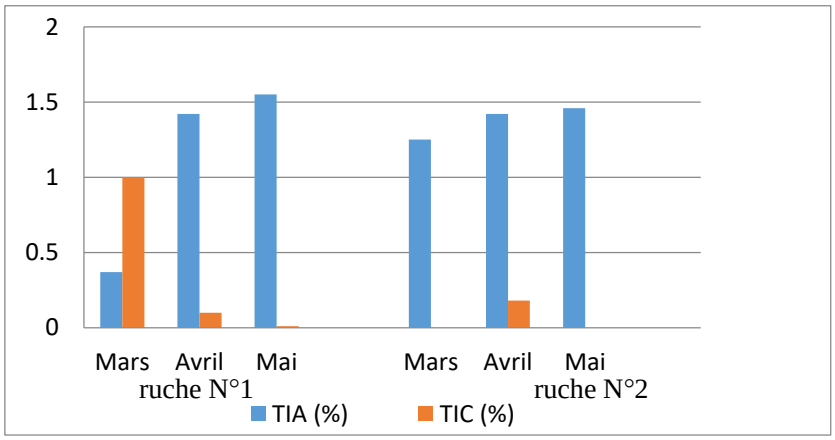


Figure 39: Variation mensuelle moyenne de l'infestation du couvain (TIC) et l'infestation de l'abeille adulte (TIA) par le varroa durant la période d'étude (2017) à la station de Sidi Moussa.

1.2.2 Station chebli

1.2.2.1. Evolution du taux d'infestation du couvain (TIC)

- **La ruche N° 1** :

Le taux d'infestation par le varroa fondatrice dans couvain (TIC) dans la ruche N° 1 atteindre son maximum vers le mois de Mars, en cette période nous avons enregistré un taux de 6% ce dernier régresse jusqu' à atteindre (0.065 %) vers le mois de Mai. (Figure40)

- **La Ruche 02 :**

Le taux de l'infestation par la varroa fondatrice dans couvain (TIC) dans ruche N° 2 est atteint son maximum vers le mois de Mars en cette période nous avons enregistré un taux de 1,5% ce taux régresser pour atteindre son minimale au mois de Mai par une la moyenne de 0.135 % (Figure40)

1.2.2.2. Evolution du taux d'infestation des abeilles adultes (TIA)

- **La ruche N° 1** :

Le taux de l'infestation des abeilles adultes(TIA) est on régression de la moyenne de 3,87% au mois de Mars pour atteindre son minimale durant le mois de Mai par la moyenne de 0,07 %. (figure40)

- **La ruche N° 2** :

Le taux de l'infestation des abeilles adultes (TIA) est on régression de 3,87% au mois de Mars pour atteindre son minimum durant le mois de Mai par une moyenne de 0,036 %. (Figure340)

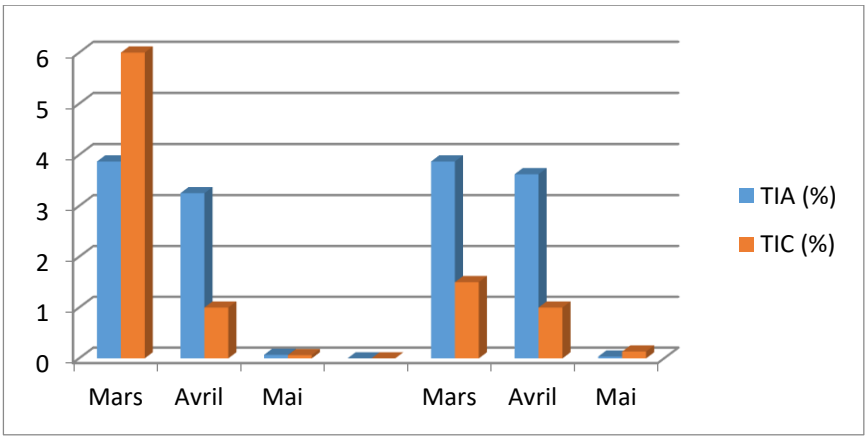


Figure 40 : Variation mensuelle moyenne de l'infestation du couvain (TIC) et l'infestation de l'abeille adulte (TIA) par le varroa durant la période d'étude (2017) à la station de Chebli.

D'après les résultats obtenus, la population totale du Varroa semble dépendre de la colonie d'abeilles (population d'abeilles et le nombre de cadre du couvain) et varie d'une station à une autre. En effet, nous avons enregistré un taux importante de population de varroa dans la station du Chebli par apport au Sidi Moussa, cela peut être expliqué par une surcharge des ruches et un pillage, au niveau de l'exploitation de Chebli par rapport à l'exploitation de Sidi-Moussa, notant qu'un traitement anti-varroa qui a été utilisé à Sidi-moussa possède l'AMM (Autorisation de Mise sur le Marché) par contre à l'exploitation de Chebli le traitement anti-varroa qui a été utilisé ne possède pas l'AMM. Aussi nous remarquons que il ya une déférence entre l'infestation d'une ruche à une autre cella réfère à la dynamique du varroa et le caractère génétique des abeilles, c.à.d. il y a des abeilles qui possède le caractère de nettoyage. Ce dernier se traduit par une grande aptitude des abeilles à détecter et éliminer le couvain d'ouvrière operculé, infesté par des femelles de *Varroa destructor* avec ça descendance.

Le [75] interpréta d'une autre façon : dans certaines colonies, l'infestation successive des cellules de couvain par les acariens (qui se reproduisent donc avec succès) est détectée et nettoyée par les abeilles.

1.3. Efficacité des traitements

1.3.1. Efficacité du traitement par le piégeage à la station de Sidi Moussa :

- **Ruche N°1 :**

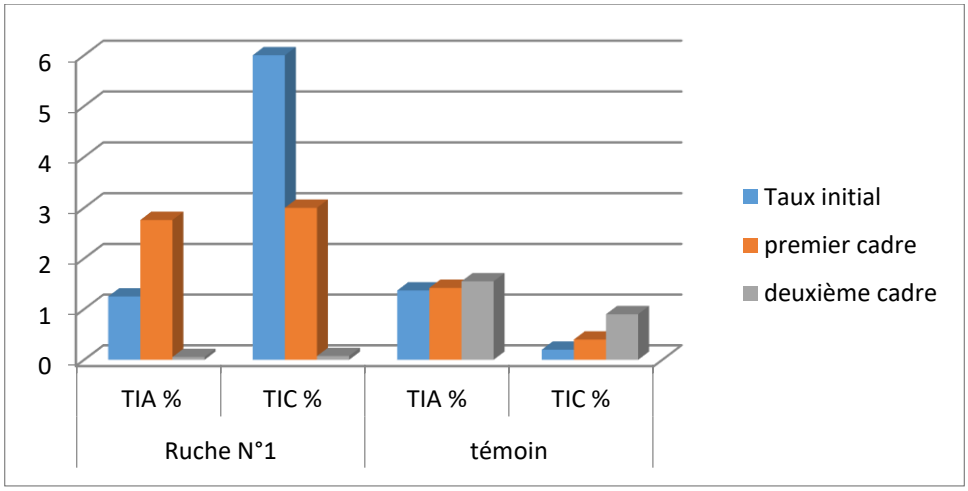


Figure 41: Variation mensuelle moyenne de l'infestation du varroa après l'introduction du cadre à mal durant la période d'étude (2017) à la station de Sidi Moussa Ruche N°1.

Dans la ruche N°1 une augmentation de taux d'infestation initial de 1,25 % à 2,76 % après l'introduction de premier cadre par le varroa phorétique et une régresse à 0,056 % après l'introduction de deuxième cadre, par le varroa fondatrice (varroa dans le couvain) une diminution de taux initial de 6% d'infestation à 2,76 % après l'introduction de premier cadre et à 0,056% après l'introduction de deuxième cadre a male. (figure41)

Pour les lots témoins le taux d'infestation est augmente pour le varroa phorétique et fondatrice

Ruche N° 2

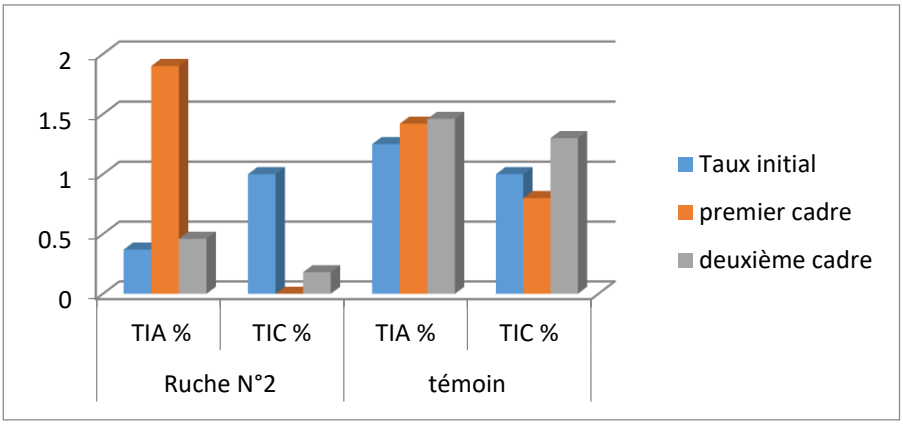


Figure 42: Variation mensuelle moyenne de l'infestation du varroa après l'introduction du cadre à mal durant la période d'étude (2017) à la station de Sidi Moussa Ruche N°2

Le taux d'infestation initial augmente de 0,37 % à 1,9 % après l'introduction de premier cadre par le varroa phorétique et diminué à 0,46% après l'introduction de deuxième cadre, par le varroa fondatrice (varroa dans le couvain) une diminution de taux initial de 1% d'infestation à 0% après l'introduction de premier cadre et à 0,18 après l'introduction de deuxième cadre a male. (Figure42)

Le taux d'infestation est augmente pour le varroa phorétique et diminué pour le varroa fondatrice dans les lots témoin.

1.3.2. Efficacité du traitement par le piégeage à la station de Chebli:

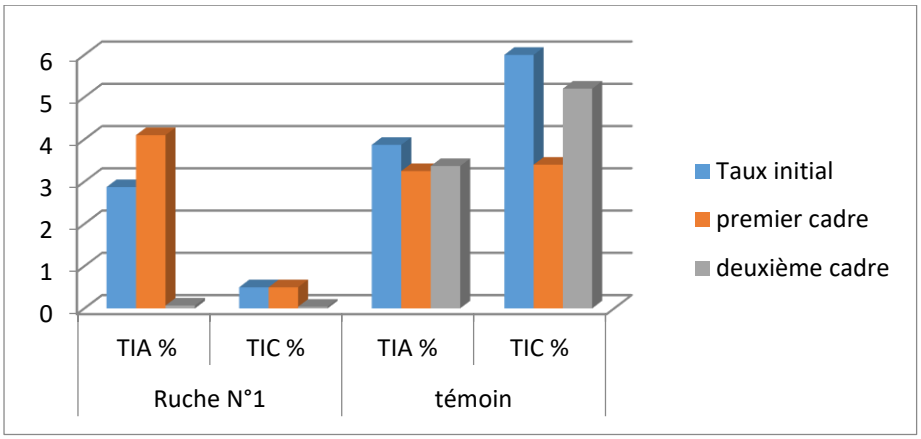


Figure 43: Variation mensuelle moyenne de l'infestation du varroa après l'introduction du cadre à mal durant la période d'étude (2017) à la station de Chebli.

Le taux d'infestation par le varroa phorétique initial augmente de 2,87 % à 4,1 % après l'introduction de premier cadre et diminué à 0,068 % après l'introduction de deuxième cadre, par le varroa fondatrice (varroa dans le couvain) une diminution de taux initial de 0,5% d'infestation à 0,04 % après l'introduction de deuxième cadre a male.

Pour les lots témoin le taux d'infestation augmente dans les 2 découpes

Le traitement par le piégeage dans les 2 stations et les déférentes ruches montre une chute après le retrait du premier cadre, et une 2ème chute après le retrait du 2ème cadre. La progression de l'infestation a été moindre dans le lot test : les 2 découpes successives de couvain mâle ont ralenti l'infestation Varroa. Nous avons pu vérifier que les ruches où le couvain de mâle a été découpé étaient moins infestées que le groupe témoin : en moyenne, l'infestation est de 28 % dans les déférentes ruches et sur les 2 stations. D'après [90] 90le taux de l'infestation attendre moindre de 25% après l'introduction des cadre

Cette méthode est donc efficace pour le varroa fondatrice (dans le couvain) elle ralentir la progression des varroas et prévenir les effets néfastes de la varroase. Cela peut confirmer que le varroa préfère le couvain male par apport le couvain de ouvrière cette préférence s'explique par les caractéristiques physiques particulières de ce couvain. La formation d'un faux bourdon dure 24 jours de l'œuf à la naissance : trois jours dans l'œuf, - six jours à l'état de larve et - quinze jours en nymphose. Ainsi la longueur des soins cumulés à la longueur de l'operculation offre une plage d'infestation de six à douze fois plus importante pour un mâle que pour une ouvrière

En peut conclure que le piégeage dans du couvain mâle est une méthode efficace pour ralentir l'infestation et varroas et attendre sereinement la période des traitements de fin de

saison. Est en fin nous conseillons pour utiliser 4 découpe successive ces mieux pour une efficacité très important.

1.3.3. Efficacité du traitement par le saupoudrage :

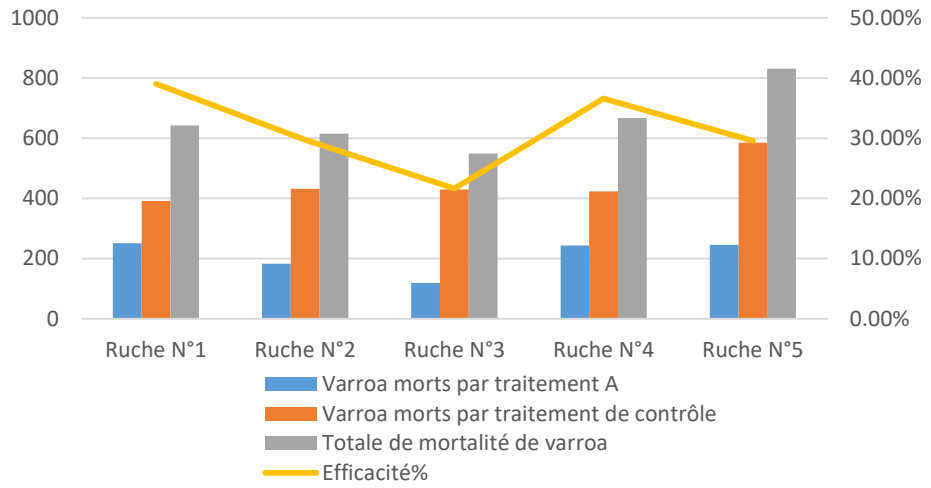


Figure 44: Variation taux de mortalités du varroa après l'introduction du de traitement A et leurs efficacité durant la période d'étude (2017).

L'efficacité max lors de traitement A est de 39.03% par un totale de mortalité 643 varroa dans la ruche N° 1, et pour l'efficacité minimal est enregistrée dans la ruche N° 3 par moyenne de 21.67% et un totale de mortalité de 549 varroa, pour les autres ruche N°5, N° 4, N° 2 par une efficacité de 29.75%, 36.58%, 29.60% (figure 45).

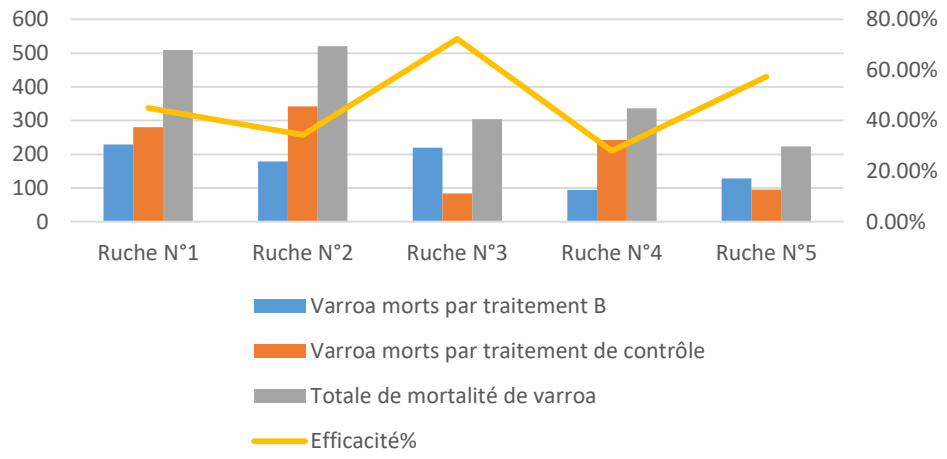


Figure 45: Variation taux de mortalités du varroa après l'introduction du de traitement B et leurs efficacité durant la période d'étude (2017)

Il y a une différence entre l'évolution de la mortalité de Varroa après utilisation des différents traitements. La différence est plus évidente entre le traitement B et les autres traitements. Nous avons enregistrée une efficacité maximale lors le traitement B dans la ruche N°3 de 72.36% avec un taux de mortalité de varroa 304 varroa et nous avons enregistré une efficacité très faible de 27.97% dans la ruche N°4 par totale de mortalité de 336 varroa et pour les autre ruche nous avons enregistré un taux de efficacité très similaire dans les ruches N°1, N°2, N°5 par 44.99%, 34.35%, 57.39% (Figure46

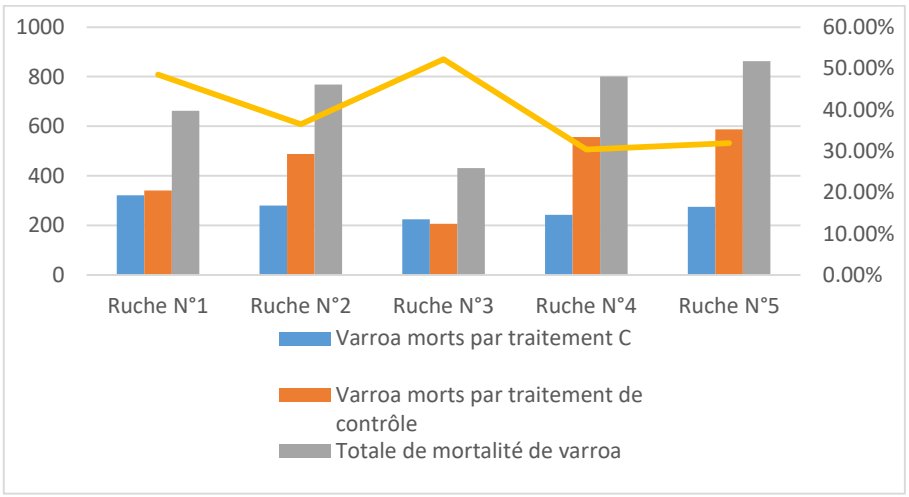


Figure 46: Variation taux de mortalités du varroa après l'introduction du de traitement C et leurs efficacité durant la période d'étude (2017).

L'efficacité max lors le traitement C est enregistré dans la ruche N° 3 par une moyenne de 52.2% et un totale de mortalité 431 varroa, pour la ruche N°4 nous avons enregistré efficacité minimale de 30.37% et un totale de mortalité 800 varroa, pour les autre ruches N°1, N°2, N°5 nous avons enregistré une efficacité de 48.48%, 36.45%, 31.9% (Figure 46)

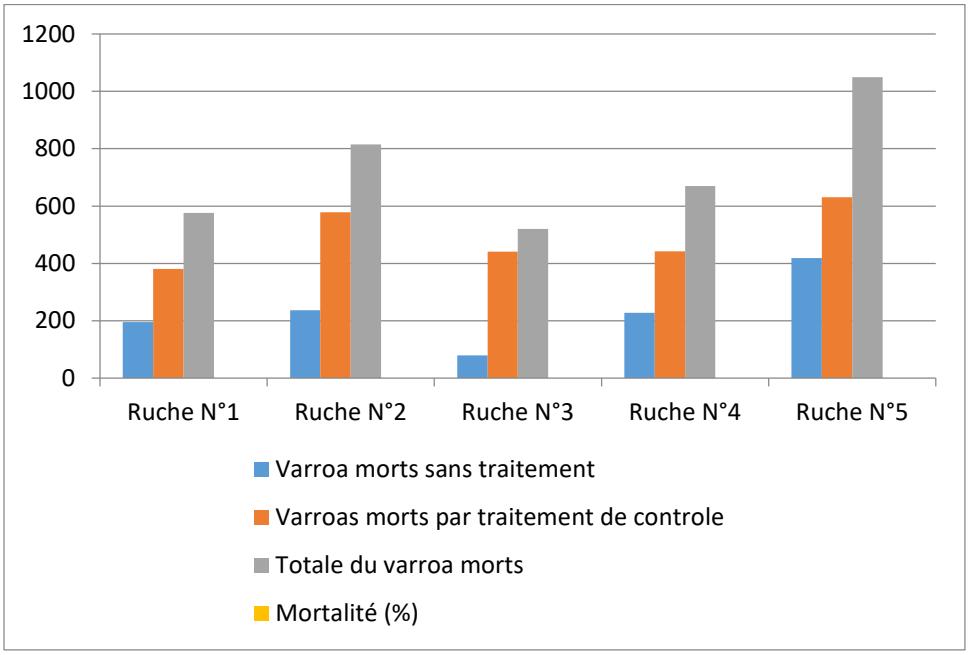


Figure 47: Variation taux de mortalités du varroa sans traitement (lot de contrôle)

Le lot témoin n'a pas subit un traitement, on a trouvé un totale de mortalité de varroa 1050 et une efficacité maximum de 39.90% dans la ruche N°5, pour la ruche N°3 nous avons enregistré un totale de mortalité de 520 varroa (Figure 48)

1.3.4. Efficacité du trois traitements :

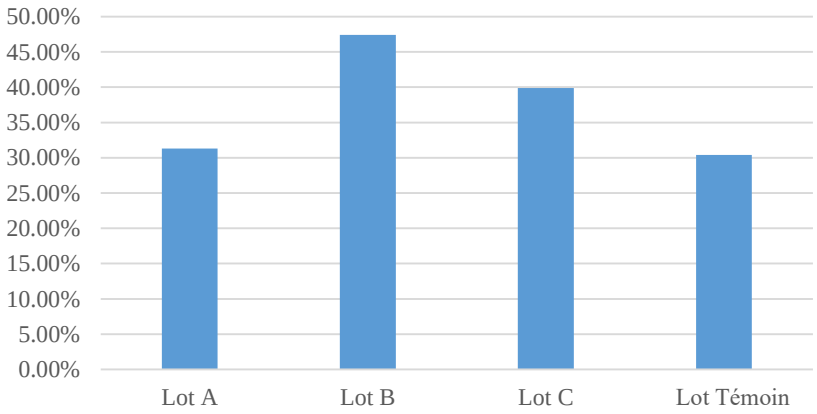


Figure 48 : efficacité des traitements par lot durant la période d'étude (2017)

L'efficacité entre les lots est similaire avec le témoin le lot de témoin n'est pas traité est on a trouve 30 % de l'infestation par contre les lots de traitement le A, B, et C on a enregistré une efficacité de 31.32%, 47.41%, 39.88%, ce ci explique que les traitements n'est pas efficace

L'efficacité par saupoudrage est faible d'après [91]. Dans un recherche pour la lutte biologique contre le varroa avec la méthode de saupoudrage par le sucre glace le taux de mortalité de varroa est de 10 % pour 10 échantillons sont prélevés sur 10 colonies différentes, dont l'échantillon d'abeilles en comprenait 300.

Selon EMA agence européenne du médicament l'efficacité des traitements doit dépasser le 90%.

1.4. Comportement VHS:

1.4.1. Le taux de VHS à la station de Sidi Moussa

1.4.1.1. Caste d'ouvrières :

Tableau 4 : Taux de VHS des ouvrières à la station de Sidi Moussa

Numéro de la ruche	Nombre d'alvéoles	Nombre de cellules infestées	Nombre de varroa seul	Nombre de varroa avec progéniture	Le taux De VHS	Le taux d'infestation
01	200 abeilles	0	0	0	-	0
02		0	0	0	-	0
03		0	0	0	-	0
04		0	0	0	-	0
05		02	02	0	-	0.01
06		0	0	0	-	0
07		0	0	0	-	0
08		0	0	0	-	0
09		2	0	2	-	0.01
10		15	3	11	-	7.5
11		3	0	3	-	0.015
12		36	10	26	27.77%	0.18
13		13	10	3	-	0.065
14		27	15	12	-	0.135
15		8	6	2	-	0 .04
16		6	6	0	-	0.03
17		1	0	1	-	0.005

1.4.1.2. Caste du faux bourdon *:*

Tableau 5 : Taux de VHS des faux bourdons à la station de Sidi Moussa

Numéro de la ruche	Nombre de d'alvéoles	Nombre des cellules infestées	Nombre de varroa seul	Nombre de varroa avec progéniture	Le taux VHS
01	150 abeilles	30	10 V	20	33%
02	160 abeilles	17	09V	08	-
03	140 abeilles	36	10 V	26	27%

1.4.2. Le taux de VHS à la station de Chebli

1.4.2.1. Caste d'ouvrières :

Nous avons enregistré dans la ruche N° 1 un taux de VHS 33% ; nous avons trouvé 30 varroa et pour la ruche N° 3 nous avons enregistré un taux de 27% nous avons trouvé 36 varroa.

Tableau 6 : Taux de VHS des ouvrières à la station de Chebli

Numéro de la ruche	Nombre d'alvéoles	Nombre de cellules infestées	Nombre de varroa seul	Nombre de varroa avec progéniture	Le taux De VHS	Le taux d'infestation
01	200 abeilles	02	01	1	-	01%
02		04	01	3	-	02%
03		04	02	2	-	02%
04		02	01	1	-	01%
05		03	02	1	-	1.5%
06		03	01	2	-	1.5%
07		01	01	0	-	0.5%
08		02	01	1	-	01%
09		02	0	2	-	01%
10		03	01	2	-	01.5%
11		05	02	3	-	2.5%
12		12	05	7	-	06%
13		03	01	2	-	1.5%
14		01	01	0	-	0.5%
15		01	01	0	-	0.5%
16		2	1	1	-	0.01%
17		4	3	1	-	0.02%

18		1	1	0	-	0.01%

1.4.2.2. Caste de faux bourdon :

Tableau 7 : Taux de VHS des faux bourdons à la station de Chebli

Numéro de la ruche	Nombre de d'alvéoles	Nombre des cellules infestées	Nombre de varroa seul	Nombre de varroa avec progéniture	Le taux VHS
01	200 abeilles	30	20	8	66.66%
02	349 abeilles	177	33	144	18.64%

Dans la ruche N° 5 nous avons enregistré un nombre des cellules infesté très élevé de 177 est nombre de varroa progéniture de 144 dons nous avons calculé le taux de VHS est-on à trouver 18.64% pour la ruche N° 4 on à trouve 30 varroa 8 avec progéniture donc le taux de VHS calculé est de 66.66%

Donc le comportement VSH d'une colonie s'exprime en pourcentage. Il dépend du taux de gènes VSH des abeilles adultes, celui-ci peut varier entre 0 et 100 % selon leur patrimoine génétique et la composition globale de la colonie. , plus elle sera efficace dans sa lutte contre les varroas

La quantité de femelles varroas fondatrices à dénombrer, doit être supérieure ou égale à trente (30). Cette valeur présente la population de varroas est utilisée dans les tests de [68]. Pour chaque cellule infestée, on pouvoir dire si le varroa est reproductif ou non. D'après le test réalisé par [80], elle a trouvé que ces abeilles nettoyaient la zone congelée avec 98 % d'efficacité.

Les résultats obtenus de la caste d'ouvrier ne sont pas significatifs car on trouve moins de 30 varroas. On pense que ces résultats sont dus au peu de varroas présentes dans la ruche soit à cause du traitement appliqué a l'été ou à la résistance de l'abeille locale au Varroa .Nos résultats sont pas fiables, c'est la raison pour laquelle on a réessayé l'expérience sur la caste des faux bordons est on a obtenu des résultats fiables qui nous a permis de calculer le taux de VHS en moyenne de 39.5 %

Conclusion et recommandation

CONCLUSION ET RECOMENTION

Ce présent travail est effectué dans le but de voir efficacité de quelque moyenne de lutte contre le parasite *Varroa dustructor*. Durant notre travail expérimental, nous sommes intéressés en premier lieu à l'étude de la dynamique de la population du Varroa et en deuxième lieu à déterminer l'effet de quelque moyenne de lutte biologique contre ce parasite redoutable.

A partir des résultats obtenus sur la dynamique des populations du varroa, nous constatons clairement que le cycle biologique du *V. destructor* est lié à celui de son hôte. Il est étroitement lié aux variations saisonnières et aux conditions internes de chaque colonie. En effet, la population du parasite augmente durant la période du printemps. Puis, elle régresse à partir de septembre parallèlement à la diminution de la taille de la colonie et de la quantité du couvain de l'abeille *A. mellifera intermissa*. Toutefois, il est à signaler qu'à la fin de l'automne, la surface du couvain de l'abeille est réduite et le nombre moyen du varroa phorétique est à son maximum.

En outre, la mortalité naturelle du parasite varie selon la période et la colonie. En fait, l'évaluation de ce paramètre constitue une méthode biologique la plus simple pour l'apiculteur. Elle lui permet de détecter la présence du parasite dans la colonie et d'estimer le degré d'infestation de celle-ci pour un éventuel traitement. Il est à noter aussi que l'usage des langes graissés permet d'avoir une idée sur l'état des ruches. En effet, nous avons identifié sur les débris récoltés d'autres ennemis de l'abeille domestique tel que la redoutable fausse teigne, les fourmis et les moisissures.

Pour traiter nos colonies contre la varroase. Nous avons d'abord testé au laboratoire, le taux de l'infestation de varroa fondatrice sur le couvain operculer. Par contre ; sur le terrain ont estimé l'infestation du varroa phoétique par le sucre glace durant la période de Mars 2016 à Mai 2017, nous avons constaté un taux d'infestation élevé en 2016 qui dépasse 10%, selon [46] dans une étude sur l'importance de l'infestation de varroa réalisé en 1986 a estimé, si le taux d'infestation dépassait 5%, on pourrait considérer que la ruche était en danger.

Quant au second point de notre étude consacré à l'efficacité des traitements, nous avons pu établir qu'aucun des traitements utilisés n'avait une efficacité totale (100%), En

effet les traitements A par le piégeage et le traitement B par le saupoudrage ont atteint des efficacités respectives de 39,55% %.

Ces méthodes est donc parfaitement recommandable et adaptée pour la gestion de ruchers aux effectifs réduits. Elle reste envisageable pour des ruchers plus importants, même si cela nécessite une organisation particulière.

Les résultats obtenus lors de notre expérimentation restent encourageants et méritent d'être améliorer dans le futur afin de combler certaines lacunes. En effet, la lutte contre *V. destructor* à base des moyennes naturelles est un domaine très vaste. Les recherches doivent se poursuivre afin de mettre en place une meilleure stratégie de lutte qui sera la moins coûteuse et qui s'adaptera aux conditions locales. Cette nouvelle stratégie permettra peut-être d'éradiquer cette maladie parasitaire et d'obtenir ainsi des abeilles fortes et des produits de ruche sains. D'autre part, la connaissance de la relation abeille-varroa est d'une importance capitale. En effet, afin de bien comprendre le comportement de notre abeille locale *A. mellifera intermissa* vis-à-vis de ce parasite d'évaluer la réinfestation des colonies et de déterminer le phénomène de résistance au sein de nos colonies, il est intéressant :

- De suivre la dynamique de la population de l'abeille locale sur plusieurs années.
- De faire une étude comparative entre l'évolution de la population du Varroa au niveau des ruches mères et des essaims issus de celles-ci,
- D'élargir l'étude sur plusieurs années et dans différents ruchers du pays.

Il serait souhaitable, également, de refaire cette étude en utilisant les la lutte bio , et d'axer la recherche à l'amélioration des méthodes traditionnelles utilisées comme moyen de traitement de cette maladie.

Enfin, la lutte contre ce véritable fléau doit être prise au sérieux par les pouvoirs publics ainsi que tout apiculteur. Elle doit faire objet d'un vaste programme d'action territoriale comme cela se fait dans les pays développés afin d'éviter les perpétuelles infestations et de sauver ainsi l'abeille domestique, sentinelle de l'environnement.

Références bibliographiques

1. LE CONTE Y , 1990 : CONTRIBUTION A L ETUDE DES RELATIONS ABEILLE-VARROA : APPROCHE COMPORTEMENTALE , CHIMIQUE ET GENETIQUE . THESE DOCTORAT
2. CARDINAUX M , 1995 : LES HOMME ET L ABEILLE . PUBLIEE PAR L AGE D HOMME. P 192- 194.
3. IMDORF A., RUOFF K.ET FLURI P., 2010- LE DEVELOPPEMENT DES COLONNEES CHEZ L'ABEILLE MELLIFERE. ALP FORUM N°68, 67P.
4. LE CONTE Y. ET F. JEANNE, 1991. LA VARROATOSE. BUL. TECH. APIC. 18 (2), 1423-1428. ROBAUX P., 1986. VARRAO ET VARROATOSE. EDITIONS OPIDA. 238PP
5. ACHOU M. ET SOLTANI N., 1997 – IMPACT DE VARROA JACOBSONI OUDEMANS SUR LA MORPHOMETRIE ET LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE DE L'HEMOLYMPHE CHEZ L'ABEILLE, APIS MELLIFERA INTERMISSA. PARASITICA, 54 (4) : 127 - 134.
6. GENERSCH E & AUBERT M. EMERGING AND REEMERGING VIRUSES OF THE HONEY BEE (APIS MELLIFERA L.). VET RES. 2010; 41: 54.
7. GESTER F (2012). PLAN DE DEVELOPPEMENT DURABLE DE L'APICULTURE. CGAAER N° 11174 – 01, 31 P.
8. SPLEEN, AM;; RENNICH, K; CARON, , R; PETTIS, JS; HENSON, M (2013) A NATIONAL SURVEY OF MANAGED HONEY BEE 2011-12 WINTER COLONY LOSSES IN THE UNITED STATES: RESULTS FROM THE BEE INFORMED PARTNERSHIP. *JOURNAL OF APICULTURAL RESEARCH*, 52(2): 44–53. DOI:10.3896/IBRA.1.52.2.07
9. LENGERICH, EJ., D; ROSE RESULTS FROM THE BEE INFORMED PARTNERSHIP. *JOURNAL OF APICULTURAL RESEARCH*, 52(2): 47–58. DOI:10.3896/IBRA.1.55.3.08
10. KLATT BK, HOLZSCHUH A, WESTPHAL C, CLOUGH Y, SMIT I, PAWELZIK E ET AL. BEE POLLINATION IMPROVES CROP QUALITY, SHELF LIFE AND COMMERCIAL VALUE. PROC R SOC B. 2014; 281: 20132440.
11. ROBAUX P., 1986 :VARROASE ET VARROATOSE .EDITION OPIDA,P282.
12. JEAN-PROST P (2005), 7E EDITION REVUE ET COMPLETEE PAR LE CONTE Y. APICULTURE: CONNAITRE L'ABEILLE. CONDUIRE LE RUCHER. 698 P.
13. PEGUIN. P. 1991. L'APICULTURE BIO FACE AU VARROA. NATURE ET PROGRES, N123: 27-28.
14. GARY N. E., 1992 - ACTIVITIES AND BEHAVIOR OF HONEY BEES, IN: GRAHAM, J.M. (ED) THE HIVE AND THE HONEY BEE. DADANT & SONS; HAMILTON, PP. 269-372
15. COLIN E., 2000 : ABEILLES EUROPEENNES ET ABEILLES AFRICAINISEES AU MEXIQUE :LA TOLERANCE AU VARROA JACOBSONI I.N.R.A. STATION DE ZOOLOGIE ET APIDOLOGIE .

16. VIDAL-NAQUET, PIERRE, LA DEMOCRATIE GRECQUE VUE D'AILLEURS: ESSAI D'HISTORIOGRAPHIE ANCIENNE ET MODERNEPARIS: FLAMMARION, 2009.
17. HTTP://WWW.APIVET.EU/PATHOLOGIE_DES_ABEILLES
18. JEAN PEREZ (LES ABEILLES, PARIS, LIBRAIRIE HACHETTE ET CIE, COLL, 1889, 348 P.
19. LE CONTE Y.(2004). MIEUX CONNAITRE L'ABEILLE. LA VIE SOCIALE DE LA COLONIE. IN : BRUNEAU E., BARBANÇON J.-M., BONNAFFE P., CLEMENT H., DOMEREGO R., FERT G., LE CONTE Y., RATIA G., REEB C., VAISSIERE B. LE TRAITE RUSTICA DE L'APICULTURE. RUSTICA EDITIONS, PARIS, 12-83.
20. VON FRISCH K.(2011). VIE ET MŒURS DES ABEILLES. EDITIONS ALBIN MICHEL, PARIS, 21-66.
21. WENDLING S. (2012)VARROA DESTRUCTOR (ANDERSON ET TRUEMAN, 2000), UN ACARIEN ECTOPARASITE DE L'ABEILLE DOMESTIQUE APIS MELLIFERALINNAEUS, 1758. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE ET CONTRIBUTION A L'ETUDE DE SA REPRODUCTION. THESE DE DOCTORAT VETERINAIRE, FACULTE DE MEDECINE, CRETEIL, 190 P
22. BIRI M.(2010). TOUT SAVOIR SUR LES ABEILLES ET L'APICULTURE. EDITION DE VECCHI, PARIS, 13-101.
23. LEHNEER AND DUVOISIN (2003). BIOLOGIE DE L'ABEILLE(VOLUME 2). EDITION VDRB, WINIKON, SUISSE
24. SOURCE : © BERNARD SULLEROT)COPYRIGHT © 2017 PASSION ENTOMOLOGIE(HTTP://PASSION-ENTOMOLOGIE.FR/PARTHENOGENESE/)
25. FERNANDEZ N. ET COINNEAU Y., 2007 – MALADIES, PARASITES ET D'AUTRES ENNEMIS DE L'ABEILLE DOMESTIQUE. ED. ATLANTICA, 237P
26. SAMMATARO, D., GERSON, U. & NEEDHAM, G. 2000.PARASITIC MITES OF HONEY BEES: LIFE HISTORY, IMPLICATIONS, AND IMPACT. ANNU. REV. ENTOMOL.,(45): 519-548. .
27. OLDROYD, B.P., & OSBORNE, K.E. 1999. THE EVOLUTION OF WORKER STERILITY IN HONEYBEES: THE GENETIC BASIS OF FAILURE OF WORKER POLICING. PROC R SOC LOND,B 266: 1335-1339.
28. LE CONTE Y., 2005 - VARROA DESTRUCTOR DE NOS RECHES EST UN CLONE. N°665
29. HIGES, M., MARTIN, R., & MEANA, A. 2006.NOSEMA CERANAE, A NEW MICROSPORIDIAN PARASITE IN HONEYBEES IN EUROPE. J. INVERTEBR. PATHOL.,92 (2): 93-95
30. CHEN, Y.P., EVANS, J., & FELDLAUFER, M. 2006.HORIZONTAL AND VERTICAL TRANSMISSION OF VIRUSES IN THE HONEYBEE APIS MELLIFERA. J. INVERTEBR. PATHOL.,92 (3): 152-159.
31. COLIN M.E., 1982-VARROASE. REV.SCI.TECH.OFF. INT. EPIZ. 1(4), 1177-1189
32. GROBOV O.F., 1977 : LA VARROASE DE L'ABEILLE MELLIFEERE .APICTA (BUCHAREST) :P11,P14-148.

33. GRIFFITHS ET BOWMAN. ,1981 : UN RUCHER NAIT :40 LEÇON D'APICULTURE .ED .LIBRAIRIE VULGARISATION PARIS .
34. ANONYME. ,2003 : METHODES DE PRELEVEMENT ET LES PATHOLOGIES DOMINANTES EN APICULTURE .I.N.M.V.ALGER
35. ELLIS J.D. ET ZETTELNALEN C. M., 2010- VARROA MITE, VARROA DESTRUCTORANDERSON AND TRUEMAN (ARACHNIDA: ACARI:VARROIDAE). EENY-473, 5PP.
36. DEFAVAOX M ., 1984 :LES ACARIENS ET LES INSECTES PARASITES ET PREDATEURS DES ABEILLES APIS MELLIFICA INTERMISSA .EN ALGERIE .BULL. ZOOL . AGRIC.INA N°8 :P13-21.
37. ANONYME ., 1987 : SITUATION ET BILAN DE L'APICULTURE M.A.P .
38. BOULFEKHAR K., 2004 : BIOLOGIE DE VARROA DESTRUCTOR/JACOBSONI,AGENT CAUSAL DE LA VARROATOSE DE L'ABEILLE .THESE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE ,ECOLE NATIONAL VETERINAIRE :75P.
39. ANDERSON D.L., 2000- VARIATION IN THE PARASITIC BEE MITE VARROA JACOBSONI OUD.APIDOLOGIE (31): 281-292.
40. ANDERSON, D.L., & MORGAN, M.J. 2007. GENETIC AND MORPHOLOGICAL VARIATION OF BEE-PARASITIC TROPILAELAPS MITES (ACARI: LAELAPIDAE): NEW AND RE-DEFINED SPECIES. EXPERIM. APPL. ACAROL., 43(1): 1-24
41. DELFINADO-BAKER M. ET HOUCK M.A., 1989- GEOGRAPHIQUE VARIATION IN VARROA JACOBSONI (ACARI, VARROIDAE) : APPLICATION OF MULTIVARIATE MORPHOMETRIC. APIDOLOGIE (20), 345-358.
42. HOUCK M.A., 1990- APPLICATION OF MULTIVARIATE MORPHOMETRIC. APIDOLOGIE (20), 345-358.
43. GOODWIN M., VAN EATON C. (2001). CONTROL OF *VARROA* – A GUIDE FOR NEW ZEALAND BEEKEEPERS. NEW ZEALAND MINISTRY OF AGRICULTURE AND FORESTRY, WELLINGTON, NEW ZEALAND, 127P.
44. WILKINSON, D.; SMITH, G.C. 2002. A MODEL OF THE MITE PARASITE VARROA DESTRUCTOR, ON HONEY BEES (APIS MELLIFERA) TO INVESTIGATE PARAMETERS IMPORTANT TO MITE POPULATION GROWTH. ECOLOGICAL MODELLING 148: 263-275
45. LE CONTE Y,2002 : LE TRAITE RUSTIKA DE L APICULTURE . ED. RUSTIKA , PARIS . 88-92 P
46. FAUCON J.P., 2000 - PRECIS DE PATHOLOGIE-CONNAITREET TRAITER LES MALADIES DES ABEILLES CNEVA-FNOSAD – ANGERS, 512 P.

47. FERNANDEZ, N., EGUARAS, M., HERNANDEZ, D., 1993. DISTRIBUTION PATTERNS OF VARROA JACOBSONI OUD. ON APIS MELLIFERA L DURING WINTER IN ARGENTINA. APIDOLOGIE 24, 397–401.
48. KUENEN, L.P.S., CALDERONE, N.W., 1997. TRANSFERS OF VARROA MITES FROM NEWLY EMERGED BEES: PREFERENCES FOR AGE- AND FUNCTION-SPECIFIC ADULT BEES. J. INSECT BEHAV. 10, 213–228
49. VANDAME R (1996). IMPORTANCE DE L'HYBRIDATION DE L'HOTE DANS LA TOLERANCE A UN PARASITE. CAS DE L'ACARIEN PARASITE VARROA JACOBSONI CHEZ LES RACES D'ABEILLES APIS MELLIFERAEUROPEENNE ET AFRICANISEE, EN CLIMAT TROPICAL HUMIDE DU MEXIQUE. THESE DE DOCTORAT, UNIVERSITE CLAUDE BERNARD, LYON 1, 126 P.
50. ROSENKRANZ, P., P. AUMEIER, AND B. ZIEGELMANN. 2010. BIOLOGY AND CONTROL OF *VARRAO DESTRUCTOR*. JOURNAL OF INVERTEBRATE PATHOLOGY 103: S96-S119.
51. IFANTIDIS M. D., 1988- SOME ASPECT OF PROCESS OF VARROA JACOBSONI MITE INTO HONEY BEE 5APIS MELLIFERA) BROOD CELLS. APIDOLOGIE 19 : 387-396
52. BOOT W. J., CALIS J. N. M., BEETSMA J. INVASION OF VARROA JACOBSONI INTO HONEY BEE BROOD CELLS : A MATTER OF CHANCE OR CHOICE ? JOURNAL OF APICULTURAL RESEARCH, 1993, 32, 167-174.
53. KRAUS B., KOENIGER N. ET FUCHS S., 1986- UNTERCHEIDUNG BIENEN VERCHIEDENEN ALTERS DURCH VARROA JACOBSONI OUD BEVORZUGUNG VON AMMENBIENEN UN SOMMERBIENENVOLK APIDOLOGIE 15 :25-266.
54. TROUILLER J., ARNOLD G., CHAPPE B., 1994- THE KAIROMONAL ESTERS ATTRACTIVE TO THE VARROA JACOBSONI MITE IN THE QUEEN BORD3 APIDOLOGIE(25), 314-321.
55. DONZÉ G. AND P.M. GUERIN 1994. BEHAVIOURAL ATTRIBUTES AND PARENTAL CARE OF VARROA MITES PARASITING HONEYBEE. BEHAVIOURAL ECOLOGY AND SOCIOLOGY. 34: 305-319.
56. ROSENKRANZ P.A., PIA AUMEIER B., ZIEGELMANN B., 2010-BIOLOGY AND CONTROL OF VARROA DESTRUCTOR. JOURNAL OF INVERTEBRATE PATHOLOGY 103: 96–119.
57. PLATIERE B.A.E., ADELER ET PEGUIN P, 1987 :VARROASE,FLEAU DES RUCHES. L'APICULTURE EN SURSIS.NATURE ET PROGRES, N°98 :P 10-15
58. WENDLING S. (2012)VARROA DESTRUCTOR (ANDERSON ET TRUEMAN, 2000), UN ACARIEN ECTOPARASITE DE L'ABEILLE DOMESTIQUE APIS MELLIFERALINNAEUS, 1758. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE ET CONTRIBUTION A L'ETUDE DE SA REPRODUCTION. THESE DE DOCTORAT VETERINAIRE, FACULTE DE MEDECINE, CRETEIL, 190

59. FAUCON J-P, DRAJNUDEL P., CHAUZAT MP ET AUBERT M., 2007- CONTROLE DE L »EFFICACITE DU MEDICAMENT APIVAR ND CONTR VARROA DESTRUCTOR, PARASITE DE L'ABELLE DOMESTIQUE. REVUE MED. VET. N°158 (6) : 283-290.
60. FAUCON J.P ET FLECHE –SEBAN. ,1988 :LA VARROATOSE .L'ABEILLE DE FRANCE N°729,PP,338-347.
61. WALLNER K., 1999- VARROACIDES AND THEIR RESIDUES IN BEE PRODUCTS. APIDOLOGIE 30: 235-248.
62. ELZEN P. J., BAXTER J. R., SPIVAK M., WILSON W. T. AMITRAZ RESISTANCE IN VARROA: NEW DISCOVERY IN NORTH AMERICA. AM. BEE J., 1999, 139, 362.
63. HORR B., 1998- BIOLOGIE CONTROL OF VARROA MITES WITHOUT CHEMICALS. AM BEE J. 138 : 801-804.
64. BOGDANOV S., KILCHENMANN V. ET IMDORFA., 1995- LES RESIDUS D'ACARICIDES DANS LA CIRE D'ABEILLES. 34E CONGRES INTERNATIONA D'APICULTURE DE L'APIMONDIA, LAUSANNE 1995 : 408
65. IMDORF A., BACHOFEN B. ET TSCHAN A., 1998B-LE RETRAIT DU COUVAIN DE MALES OPERCULE: UNE MESURE EFFICACE POUR DIMINUER L'INFESTATION DE VARROA DANS LES COLONIES. REVUE SUISSE D'APICULTURE 95 (3) 71-79.
66. IMDORF A, CHARRIÈRE JD, KILCHENMANN V, BOGDANOV S, FLURI P (2003). ALTERNATIVE STRATEGY IN CENTRAL EUROPE FOR THE CONTROL OF VARROA DESTRUCTOR IN HONEY BEE COLONIES. APIACTA, 38, 258-285.
67. BOGDANOV S., CHARRIER J.D., IMDORF A., ET FLURI P., 2002- DETERMINATION OF RESIDUS IN HONEY AFTER TREATMENTS WITH FORMIC AND OXALIC ACID UNDER FIELD CONDITION. APIDOLOGIE 33 : 399-409
68. HANLEY A ET DUVAL J. 1995 : LA VARROASE DES ABEILLES .AGRO-BIO-370-08 :P3-11.
69. CHARRIERE J. D., IMDORF A., FLURI P. OXALIC ACID TREATMENT BY TRICKLING AGAINST VARROA DESTRUCTOR : RECOMMANDATIONS FOR USE IN CENTRAL EUROPE AND UNDER TEMPERATE CLIMATE CONDITIONS. BEE WORLD, 1999,, 83, 51-60.
70. KRAUS, B.; PAGE, R.E. JR. 1995. POPULATION GROWTH OF VARROA JACOBSONI OUD IN MEDITERRANEAN CLIMATES OF CALIFORNIA. APIDOLOGIE 26: 149-157.
71. PEGUIN P., 1988 :L'APICULTURE BIOLOGIQUE FACE AU VARROA .NATURE ET PROGRES N°123 :27-28.
72. ANMV. INDEX DES MEDICAMENTS VETERINAIRES AUTORISES EN FRANCE. DISPONIBLE SUR: (CONSULTE LE 16.07.2014).

73. BERTRAND F.(2003). LES MALADIES DE L'ABEILLE DOMESTIQUE (APIS MELLIFICA) ET LEURS CONSEQUENCES SANITAIRES EN FRANCE. THESE DE DOCTORAT VETERINAIRE, UNIVERSITE CLAUDE BERNARD, LYON, 187 P
74. VARROA JACOBSONI. REVUE SUISSE D'APICULTURE 95 : 124-216
75. FAUCON JP., 1992- PRECIS DE PATHOLOGIE. CONNAITRE ET TRAITER LES MALADIES DES ABEILLES. EDIT. FNOSAD 512P.
76. CHARRIERE J.D., 1998 -METHODES DE LUTTE ALTERNATIVE CONTRE VARROA. REVUE SUISSE D'APICULTURE 95 :157-161
77. GIONCHETTI P, RIZZELLO F, MORSELLI C, ET AL. HIGH-DOSE PROBIOTICS FOR THE TREATMENT OF ACTIVE POUCHITIS. DIS COLON RECTUM 2007;50:2075–82.
78. HARBO, J.R., & HARRIS, J.W. 2005.SUPPRESSED MITE REPRODUCTION EXPLAINED BY THE BEHAVIOUR OF ADULT BEES. J. APICULT. RES.,44(1): 21-23
79. BOECKING O, SPIVAK M (1999). BEHAVIORAL DEFENSES OFHONEY BES AGAINST VARROA JACOBSONIOUD.. APIDOLOGIE, 30, 141-158.
80. SPIVAK M, REUTER GS (2001). VARROA DESTRUCTOR INFESTATION IN UNTREATED HONEY BEE (HYMENOPTERA: APIDAE) COLONIES SELECTED FOR HYGIENIC BEHAVIOR. APICULT. SOC. INS., 94, 326-331
81. VANDAME R (1996). IMPORTANCE DE L'HYBRIDATION DE L'HOTE DANS LA TOLERANCE A UN PARASITE. CAS DE L'ACARIEN PARASITE VARROA JACOBSONI CHEZ LES RACES D'ABEILLES APIS MELLIFERA EUROPEENNE ET AFRICANISEE, EN CLIMAT TROPICAL HUMIDE DU MEXIQUE. THESE DE DOCTORAT, UNIVERSITE CLAUDE BERNARD, LYON 1, 126 P.
82. ROSENKRANZ, P. 2000. HONEY BEE (APIS MELLIFERA L.) TOLERANCE TO VARROA JACOBSONI OUD. IN SOUTH AMERICA. APIDOLOGIE 30: 159-172.
83. SPIVAK M (1996). HONEY BEE HYGIENIC BEHAVIOR AND DEFENSE AGAINST VARROA JACOBSONI. APIDOLOGIE, 27, 245-260
84. TAUTZ J. (2009). L'ETONNANTE ABEILLE. EDITION DEBOECK, BRUXELLES, BELGIQUE, 277P.
85. ESPINOSA-MONTANO LG, GUZMAN-NOVOA E,SANCHEZ-ALBARRAN A, MONTALDO HH, CORREA-BENITEZ A (2008). COMPARATIVE STUDY OF THREE ASSAYS TO EVALUATE HYGIENIC BEHAVIOR IN HONEY BEE (APIS MELLIFERAL.) COLONIES. VET. MEX., 39, 39-54.
86. SPIVAK M (1999). DEFENSE AGAINST VARROA JACOBSONI. APIDOLOGIE, 34, 266-284
87. MARTIN C, SALVY M, PROVOST E, BAGNERES AG, ROUXM, CRAUSER D ET AL. (2001B). VARIATIONS IN CHEMICAL MIMICRY BY THE ECTOPARASITIC MITE VARROA

JACOBSONI ACCORDING TO THE DEVELOPMENTAL STAGE OF THE HOST HONEY-BEE APIS MELLIFERA. INSECT BIOCHEM. MOL., 31, 365-379.

88. THAKUR RK, BIENEFELD K, KELLER R (1997). VARROA DEFENSE BEHAVIOR IN A. MELLIFERACARNICA. AM. BEE J., 137, 143-148
89. LEE KV, MOON RD, BURKNESS EC, HUTCHISON WD, SPIVAK M (2010). PRACTICAL SAMPLING PLANS FOR VARROA DESTRUCTOR (ACARI: VARROIDAE) IN APIS MELLIFERA(HYMENOPTERA: APIDAE) COLONIES AND APIARIES. J. ECON. ENTOMOL., 103, 1039-1050
90. F. BAGNOULS ET H. GAUSSEN. — SAISON SECHE ET INDICE XEROTHERMIQUE. BULL. SOC. HIST. NAT. DE TOULOUSE, 88, 1953, PP. 193 A 240.
91. BERKANI M L ., 1985. COMPARAISON DE DEUX TYPES DE RUCHES : DADANT ET LANGSTROTH DANS LE LITTORAL EST ET ALGEROIS. THESE DE MAGISTER, INA .,EL-HARRACH ALGER. 146P.
92. RITTER W, LECLERCQ E, KOCH W (1984) OBSERVATIONS ON AND VARROA JACOBSONI MITE POPULATIONS IN INFESTED HONEY BEES COLONIES. APIDOLOGIE 15, 389-400
93. DE JONG D, DE JONG P, GONÇALVES LS (1982A) WEIGHT LOSS AND ANOTHER DAMAGE TO DEVELOPING WORKER HONEY BEES (APIS MELLIFERA) DUE TO INFESTATION WITH VARROA JACOBSONI. J API RES 21,165-167.