

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences Biologique
Spécialité : Microbiologie appliquée

Par : LABED Souad

- BEN KHELIFA Maroua

Thème

**Les ectoparasites (varroas) chez l' espèce *Apis mellifera*
intermissa dans la région de Ghardaïa**

Soutenu publiquement le :

Devant le jury :

M. DJELLID Y	Maitre-assistant A	Université de Ghardaïa	Président
Mm. MAIDI Leila	Maitre-assistant A	Université de Ghardaïa	Encadreur
M ^{elle} . ROUARI L.	Docteur	Université de Ghardaïa	Co-encadreur
M. : IDER S	Maitre de conférence B	Université de Ghardaïa	Examineur

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Au terme de ce travail, on tient à exprimer nos remerciements les plus sincères et les plus profonds tout d'abord à ALLAH, le tout puissant, pour nous avoir donné la force, la volonté, et la patience durant toutes nos années d'étude.

C'est le premier lieu nous voudrions remercier notre Encadreur de la mémoire. Merci pour votre confiance et de votre patience Mme, MAIDI Leila, qui nous a fait l'honneur d'avoir accepté de diriger ce travail, et nous lui exprimons notre sincère gratitude pour son aide précieuse, ses encouragements et ses conseils.

Également notre co-encadreur, M^{elle}. ROUARI Linda, pour sa confiance et de son aide scientifique et qui par son expérience et sa compétence, nous a transmis sa passion pour la réussite de ce travail.

Nous tenons à remercier régalemment les membres de jury, Mr DJELLID Youssef et Mr IDER Soufiane qui m'ont fait l'honneur de juger mon travail.

A L'ensemble DES APICULTEURS pour leur accueil régulier sur le terrain, ce qui nous a permis d'effectuer nos recherches dans les meilleures conditions possibles. Leur aide nous a été très précieuse. Veuillez trouver ici, l'expression de notre estime et notre considération.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

LABED Souad et BEN KHELIFA Maroua

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à

Mes chers parents

Ma famille

Ma meilleure sœur ALEM

Mes amies Manel et Maroua

Vous cher lecteur

Souad

Dédicace

Je dédie ce travail
Mes très chers Ma mère et
ma grand-père qui m'ont
guidé durant les Moments
les plus pénibles de ce
long chemin.
Ma chère sœur et mon frère.

Ma famille.

Mes meilleures amies

Soundous ; Rahima

Maroua

Table des matières

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Titre.....	Page
Introduction.....	1
Partie 1 : Synthèse bibliographique	
1. Parasites	4
1.1. Ectoparasites.	4
2. Varroa	4
2.1. Systématique de <i>Varroa destructor</i>	5
2.2 Aire de répartition de <i>Varroa destructor</i>	5
2.3 Morphologie.....	6
2.3.1 Forme adulte	6
2.3.2. Forme immature.....	7
2.4 Cycle de reproduction de <i>V. destructor</i>	9
2.5. Symptômes.....	10
2.5.1 Sur les abeilles adultes	11
2.5.2 Sur la colonie	11
2.6 Source de contamination de varroa.....	12
2.7 Diagnostique de la varroase par moyenne physique.....	12
3. Abeilles	12
3.1. Systématique de l'abeille <i>Apis mellifera</i>	13
3.2. Morphologie générale des abeilles.....	14
3.2.1. Anatomie externe	14
3.2.2. Anatomie interne	15
3.3. Alimentation	17
3.4. Habitat des abeilles	17
3.4.1. Ruche	17
3.5. Colonie d'abeilles	18
3.6 Cycle de développement et reproduction.....	20
3.6.1 Stade œuf	20
3.6.2 Stade larvaire	21
3.6.3. Stade nymphal et imago.....	21
3.7 Races des abeilles Algériennes	22
3.7.1. Abeilles Tellienne (<i>Apis mellifera unicolor var intermissa</i>)	23
3.7.2. Abeille saharienne (<i>Apis mellifera sahariensis</i>)	24
4. Pathologies dominants chez les espèces apicoles	24

4.1. Parasites	25
4.1.1. Acarien	25
4.1.2. Maladies fongique (La nosémos)	26
4.1.3. Maladies bactériennes	27
4.1.4. Maladies virales	27
5. Lutte contre les varroas	28
5.1. Aromatothérapie(les huiles essentielles)	28
5.2. Thermothérapie	28
5.3. Traitement par les molécules organique.	29
Partie 02: Matériel et méthode	
1. Objectif de travail	32
2. Etudes climatiques de la région de Ghardaïa	32
2.1. Représentation les facteurs climatiques de Zone d'étude... ..	32
2.1.1 Température	32
2.1.2 Précipitation	33
2.1.3 Humidité relative	34
2.1.4 Vent.....	35
2.2 Synthèse climatique.	35
2.2.1 Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN	35
2.3 Végétation.	36
2.4 Présentation des Sites d'étude.....	36
3. Présentation des modèles biologiques	38
3.1. Abeille Tellienne.....	38
3.2. Varroa	39
4. Méthodologie	39
4.1 Mode d'échantillonnage des abeilles	39
4.1.1 Sur le terrain.....	39
4.1.2 Sur le laboratoire.....	40
4.3 Les conditions d'échantillonnage.	42
4.3.1. l'échantillonnage hivernal	42
4.3.2. l'échantillonnage prévernal.....	43
5. Estimation des indices parasitaires	43
5.1 Prévalence (P)	43
5.2. Intensité parasitaires (I%).	43
5.3. Abondance (AB)	44
6. Analyse statistique.	44
Partie 03 : Résultat et discussion	
1. Caractéristiques des populations étudiées.....	46
2. Observation.	46
3. Calcul de indices parasitaires (unité épidémiologique l'abeille)	48
3.1 Echantillonnage hivernal	48
3.2 Echantillonnage prévernal	49

4. Prévalences parasitaires.	49
4.1 Etude des prévalences parasitaires pour le première échantillonnage de l'hiver..	50
4.1.1. Prévalence parasitaire selon les sites	50
4.1.2. Prévalence parasitaires selon l'altitude.....	50
4.1.3 Prévalence parasitaire selon L'humidité.....	51
4.1.4. Prévalences parasitaires selon la température.....	52
4.2. Etude les prévalences parasitaires pour le deuxième échantillonnage selon le printemps.....	52
4.2.1. Prévalences parasitaires selon les sites	52
4.2.2. Prévalence parasitaires selon l'altitude	53
4.2.3. Prévalence parasitaire selon L'humidite	54
4.2.4. Prévalences parasitaires selon la température.....	54
5. Discussion	56
Conclusion et perspectives.....	60
Références bibliographiques.....	63
Annexes	

Liste des tableaux

Tableau.....	Titre.....	Page.....
Tableau 1 :	températures moyennes mensuelles de la station de Ghardaïa (1998 -2018)	32
Tableau 2 :	la précipitation moyennes mensuelles (P mm) de la station de Ghardaïa (1998-2018)	32
Tableau 3 :	Vitesses moyennes mensuelles des vents	34
Tableau 4 :	Données relatives aux sites d'études	36
Tableau 5 :	Résultats du varroa dans la période hivernale	41
Tableau 6 :	Résultats du varroa dans la période prévernal	42
Tableau 7 :	Indices parasitaires totaux de différents sites	46
Tableau 8 :	indices parasitaires totaux de différents sites	47

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	: <i>varroa destructor</i>	5
Figure 2	: Répartition géographique actuelle de <i>Varroa destructor</i>	6
Figure 3	: Illustrations de la différente forme de <i>Varroa destructor</i> .	8
Figure 4	: Cycle reproductif de <i>Varroa destructor</i> (Nazzi et Le Conte, 2016)	9
Figure 5	: <i>Apis mellifera</i>	13
Figure 6	: Morphologie externe de l'abeille adulte	14
Figure 7	: Morphologie interne de l'abeille adulte	16
Figure 8	: Un rucher	18
Figure 9	: Trois castes d'abeilles	20
Figure 10	: Schéma représente le cycle de vie d'abeille	22
Figure 11	: L'abeille tellienne : <i>Apis mellifera intermissa</i>	23
Figure 12	: L'abeilles saharienne : <i>Apis mellifera sahariensis</i>	24
Figure 13	: <i>Varroa destructor</i> sur un nymphe	25
Figure 14	: Loque américaine (couvains affaiblis)	27
Figure 15	: La loque européenne	27
Figure 16	: L'Humidité moyenne mensuelle de la région de Ghardaïa (O.N.M., 2019).	34
Figure 17	: Diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS de la région de Ghardaïa (1997-2017).	36
Figure 18	: Carte des sites études.	38
Figure 19	: Abeille tellienne (<i>Apis mellifera intermissa</i>)	39
Figure 20	: examen direct de l'abeille sous une loupe (Photos originales, 2023).	41
Figure 21	: Principales étapes de la méthode du sucre glace.	42
Figure 22	: <i>Varroa destructor</i>	47
Figure 23	: Abeilles tellienne	47
Figure 24	: Prévalence individuelle du varroa selon les sites	49
Figure 25	: Prévalences parasite selon l'altitude	50
Figure 26	: prévalence parasites selon l'humidité	50
Figure 27	: prévalences parasite selon température.	52
Figure 28	: Prévalences parasite selon les sites	53

Figure 29 : Prévalences parasitaires selon l'altitude.....	53
Figure 30 : prévalences parasitaire selon l'humidité	54
Figure 31 : Prévalences parasitaires selon la température	55
Figure 32 :Trois indices parasitaires en fonction de saison pour la région de Dhayet bendhahoua.....	56

Liste des abréviations

AM: Apis mellifera

A.mellifera: Apis mellifera

CPV: Le virus de paralysie chronique

DWV: Le virus des ailes déformées

APV : Le virus de paralysie aiguë

ONM: l'Office National de la Météorologie

H : Humidité relative

P : précipitation

T : température

V : vent

Ech : Echantillons

AB : Abondance parasitaire totale

I% : Intensité parasitaire totale

N.A : Nombre des abeilles

N.A.P : Nombre des abeilles parasitées

N.V : nombre du varroa

P% : Prévalence parasitaire totale

RESUME

L'acarien *Varroa destructor*, parasite de l'abeille *Apis mellifera*, provoque de nombreuses pertes de colonies à travers le monde. Notre travail s'intéresse sur l'étude des indices parasitaires du *Varroa destructor* (prévalence, l'intensité et l'abondance) chez l'espèce *Apis mellifera* en deux saisons (hiver et printemps) leur dissémination et leur relation avec les trois paramètres (température, altitude et humidité), dans la région de Ghardaïa. On a utilisé les deux méthodes (directes et indirectes) de comptage des abeilles, après l'usage de sucre glace. Les résultats que nous avons obtenus indiquent que la température élevée permettait de réduire considérablement les populations de varroa dans la région .

Les mots clés :

Varroa destructor, *Apis mellifera*, prévalence, hiver, température, Ghardaïa.

ABSTRACT

The *Varroa destructor* mite, a parasite of the honeybee *Apis mellifera*, causes significant colony losses around the world. Our study focuses on investigating the parasitic indices of *Varroa destructor* (prevalence, intensity, and abundance) in the species *Apis mellifera* during two seasons (winter and spring), their dissemination, and their relationship with three parameters (temperature, altitude, and humidity) in the region of Ghardaia .We employed both direct and indirect methods for counting the bees after using sugar shake. The results we obtained indicate that the high temperature allowed to reduce considerably the populations of varroa mites in the region.

Key words:

Varroa destructor, *Apis mellifera*, prevalence, winter, temperature, Ghardaia.

المخلص

العثة فاروا المدمرة (*Varroa destructor*) ، وهي طفيلية تصيب نحل العسل (*Apis mellifera*)، تسبب خسائر كبيرة في خلايا النحل في جميع أنحاء العالم. يركز عملنا على دراسة المؤشرات الطفيلية للعثة فاروا (الانتشار والشدة والوفرة) في نوع *Apis mellifera* خلال موسمين (الشتاء والربيع)، وعلاقتها بالنسبة لثلاثة مؤشرات (درجة الحرارة والارتفاع والرطوبة) في منطقة غرداية. تم استخدام طريقتين مباشرة وغير المباشرة لعد النحل منها استخدام سكر البودرة. تشير النتائج التي حصلنا عليها إلى أن درجة الحرارة العالية يمكن أن تقلل بشكل كبير من مجموعة *Varroa* في المنطقة.

الكلمات المفتاحية

: الفاروا المدمرة، نحل العسل، انتشار، الشتاء، درجة الحرارة، غرداية.

Introduction

Introduction :

Einstein affirme que si les abeilles venaient à disparaître, l'humanité ne survivrait que pendant quatre années, illustrent de manière frappante l'importance des abeilles dans l'équilibre de l'écosystème (JC Vié, 2008).

Les insectes pollinisateurs sont indispensables à la production des graines et des fruits dans les écosystèmes naturels et agricoles. Parmi eux, les abeilles (Apoïdes) occupent une place primordiale en raison de leurs comportements de butinage. Dans les environnements naturels, les Apoïdes jouent un rôle écologique crucial en préservant la diversité des plantes indigènes. Dans les agroécosystèmes, ces insectes revêtent une importance économique majeure, car ils ont un impact positif sur la production agroalimentaire. Elle offre des avantages, tels que la production de miel, de propolis, de gelée royale et de cire (Payette et Montréal, 2012).

La varroase est une maladie parasitaire grave et très contagieuse qui atteint les abeilles et le couvain (Faucon et Chauzat, 2008), c'est un problème majeur pour les apiculteurs du monde entier et le principe cause de mortalité dans une colonie d'abeille *Apis mellifera* (Fernandez et al., 2008). L'agent causale de la varroase, est le *Varroa destructor* ; un parasite acarien mésostigmate redouté par les apiculteurs, appartenant à la famille des Varroidae, tel que décrit par Anderson et Trueman en 2000. Cet acarien est un ectoparasite obligatoire, ce qui signifie qu'il ne peut se développer que chez les abeilles, et il se déplace de manière phorétique, d'une colonie d'abeilles à une autre, en étant transporté par les abeilles elles-mêmes. Cette infection peut entraîner des dommages importants dans les ruches et les ruchers, entraînant ainsi des pertes économiques significatives. La gestion prophylactique de cette infestation parasitaire est d'une importance primordiale pour la santé des colonies d'abeilles (Vidal Naquet, 2012).

L'apiculture mondiale au cours des dernières années a été confrontée à une crise sanitaire majeure, caractérisée par l'affaiblissement, l'effondrement et la mortalité des colonies d'abeilles, ce qui a découragé de nombreux apiculteurs (Wendling, 2014). Une mortalité anormale des colonies d'abeilles a été observée dans plusieurs pays à travers le monde. Pour la saison 2009-2010 (Adjlane et al., 2012) . Les études de Faucon et al (2008) et Le Conte et al (2008), confirment la relation

étroite entre le parasite et les conditions abiotiques et biotiques (climat, l'abondance de l'alimentation).

Donc l'étude du varroa chez les abeilles (*Apis mellifera*) a fait l'objet de plusieurs études dans diverses régions du globe. Cependant, l'étude du varroa chez les abeilles (*Apis mellifera*) en Algérie est très peu étudiée (Belaid et Doumandji, 2010)

En Algérie, la varroase est signalée pour la première fois à l'est du pays, en juin 1981, dans un rucher de la coopérative apicole d'Oum Teboul, près d'El Kala, Est de Algérie. Mais par la suite, ce parasite s'est propagé dans tout le pays (Belaid et Doumandji, 2010).

Une enquête sur les pathologies apicoles menée par Adjlane et *al.* (2012) a révélé que le taux de mortalité des colonies d'abeilles dans la région de la Mitidja dépasse les 10%, principalement en raison de la présence de l'acarien *Varroa destructor*.

Alors sur la base de cette problématique et dans ce contexte L'objectif principal de cette étude est de mesurer l'infestation du parasite *Varroa destructor* chez l'abeille domestique *Apis mellifera* au cours de deux saisons (hiver et printemps) et d'analyser divers indices parasitaires tels que la prévalence, l'intensité et l'abondance du Varroa. L'étude vise également à examiner la répartition du parasite et à étudier son interaction avec des facteurs environnementaux influents tels que la température, l'humidité et l'altitude dans la zone de la wilaya de Ghardaïa.

A cet effet, nous avons organisé le présent travail en trois chapitres :

- le premier est consacré aux rappels bibliographiques sur le parasite *Varroa Destructor*, et leur hôte l'abeille mellifère *Apis mellifera intermissa*
- Le second porte sur l'ensemble du matériel et des méthodes appliquées sur le terrain et au laboratoire pour la réalisation de cette recherche.
- Le troisième et dernier chapitre exposera les résultats obtenus et la discussion.

Nous terminerons cette étude par une conclusion et des perspectives de recherche à venir.

Partie I

Synthèse bibliographique

Partie 1 : Synthèse bibliographique

1. Parasites

Un parasite est un organisme vivant, qu'il soit animal ou végétal, qui dépend partiellement ou totalement d'un autre organisme appelé hôte pour se nourrir et survivre. Dans cette relation, seul le parasite en tire bénéfice, tandis que l'hôte subit les effets néfastes de la parasitose. Le parasite peut vivre à l'intérieur de l'hôte, ce qui le qualifie d'endoparasite, et peut infecter les organes, le sang ou les tissus de l'hôte. Alternativement, le parasite peut se localiser à l'extérieur de l'hôte, sur sa peau ou son tégument, dans ce cas, on parle d'ectoparasite. Les parasites peuvent causer des nuisances, simplement en provoquant une réaction locale, ou ils peuvent être responsables de maladies, voire devenir des vecteurs de maladies en transmettant des agents pathogènes à l'hôte (Bourrée, 1941).

1.1. Ectoparasites

Les parasites localisés à la peau et aux muqueuses externes se caractérisent par leur comportement spoliateur, souvent hématophages. Ces parasites possèdent un squelette externe et des membranes souples au niveau de leurs articulations, ce qui leur confère une grande mobilité (Le Guellec, 2008), comme par exemple : les tiques des chiens et des chats, les puces (parasites obligatoires des mammifères et des oiseaux), l'acarien sarcoptidé (responsable la gale chez les chiens) (ESCCAP, 2012) et le varroa (parasite des abeilles) (Anderson et Trueman, 2000).

Les ectoparasites présentent une remarquable diversité de degrés d'association avec leur hôte. Certains sont étroitement liés à leur hôte et restent confinés à l'extérieur de son organisme (Bush et *al.*, 2001)

2. VARROA

Varroa destructor (figure1), décrit pour la première fois par Anderson et Trueman en 2000, est un acarien ectoparasite initialement trouvé sur l'abeille asiatique *Apis cerana*. Cependant, il a finalement été transféré à l'abeille domestique *Apis mellifera* au milieu du 20^{ème} siècle. Bien qu'il ait été signalé chez d'autres espèces d'insectes, il ne peut pas participer activement à leurs cycles biologiques. Cet acarien est responsable de la varroase, qui est une maladie parasitaire qui vit sur le corps des abeilles mellifères et se nourrissent de leur

hémolymphe et de leur tissu adipeux (Ahmed Taha et *al.*, 2020). Il est classé comme phorétique et ectoparasite obligatoire de l'abeille, ce qui signifie qu'il dépend de l'abeille pour le transporter d'une colonie à une autre (phorétique), et il ne peut se développer que sur l'abeille, pas sur un autre hôte (Anderson et Trueman, 2000).

2.1 Systématique de *Varroa destructor*

La classification du *Varroa destructor* est présentée selon Anderson et Truman (2000) comme suite :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous embranchement : Chelicerata

Classe : Arachnida

Sous classe : Acari

Ordre : Mesostigmata

Famille : Varroidae

Genre : *Varroa*

Espèce : *V. Destructor*



Figure 1 : *varroa destructor* (Esnault, 2018)

2.2 Aire de répartition de *Varroa destructor*

L'acarien *Varroa* est passé de son hôte naturel (*Apis cerana*) à *Apis mellifera*, l'abeille mellifère européenne (AM), lorsque les AM ont été déplacées dans des régions où *Apis cerana* est endémique. L'acarien a trouvé un hôte beaucoup plus facile dans *Apis mellifera* et s'est ensuite propagé à travers le monde (figure 2). *Varroa* et *Apis mellifera* n'ont pas eu la chance de co-évoluer pendant une longue période de temps, donc leur relation en tant qu'hôte et parasite n'est pas appropriée. En conséquence, *Varroa* finit souvent par tuer son hôte (Le Conte et *al.*, 2010).

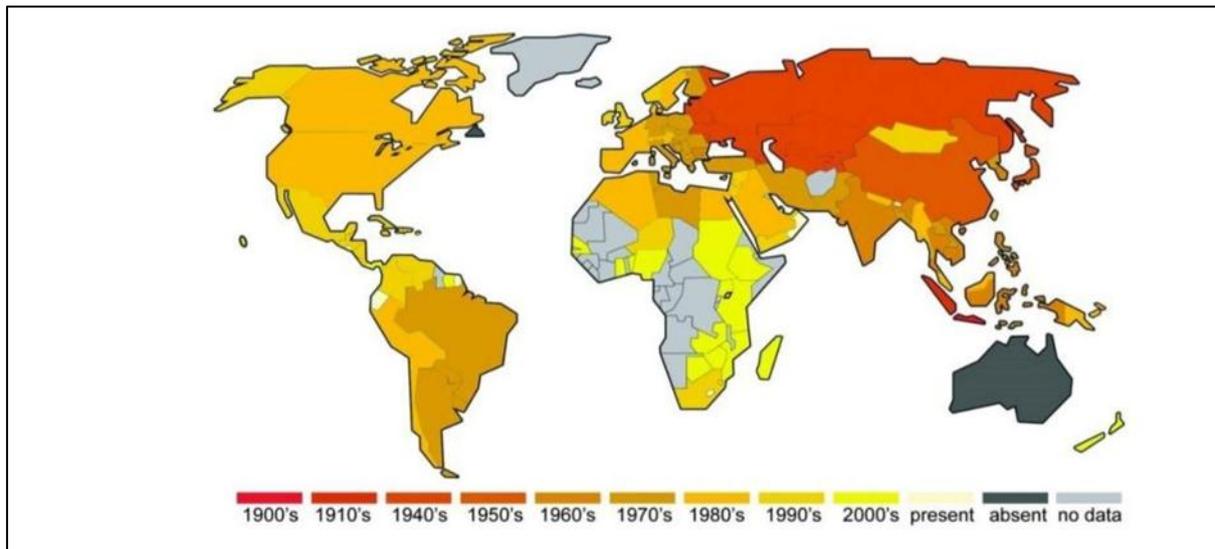


Figure 2 : Répartition géographique actuelle de *Varroa destructor* (Panziera et al , 2019)

Le *Varroa destructor* est entré en Algérie par la frontière avec la Tunisie. La première découverte infectée remonte à 1981 à la coopérative Oum Teboul près d'ELKALA Wilaya D'l taraf dans l'est du pays (Defavaux, 1984). Contrairement aux pays touchés par l'acarien *Varroa*, l'Algérie n'a enregistré aucun signe de mortalité significative des abeilles dans les 3 à 4 ans après l'apparition du parasite en 1981. C'est après 1987 que nous avons enregistré d'importantes mortalités hivernales et estivales et de très faibles récoltes de miel suite à l'effondrement des colonies. Face à cette situation, un diagnostic dans les ruches a été posé dans les zones situées à la frontière algéro-tunisienne, notamment à EL Kala et Souk Ahras (Boulefekhar, 2004).

2.3 Morphologie

2.3.1. Forme adulte :(figure 3)

Les mâles et femelles n'ont pas exactement la même morphologie.

a. Femelle

Les dimensions de ce parasite sont d'environ 1,1-1,2 mm de longueur et 1,5-1,6 mm de largeur. La couleur de femelle varie du brun clair au brun foncé. Sa structure physique est elliptique et il est orné d'une collection de poils dont la taille et la densité varient. Les caractéristiques physiques de cet organisme peuvent être décrites comme longues ou ayant des vagues. De plus, son anatomie se compose d'un bouclier dorsal et de plusieurs plaques

recouvertes de chitine, ce qui lui donne un extérieur durable. Sa forme aplatie est particulièrement utile car elle lui permet de s'infiltrer et de se fixer dans les espaces étroits entre les tergites abdominaux des abeilles adultes (Le conte et Faucon ,2002).

La femelle possède quatre paires de pattes courtes sur sa face ventrale, chacune se terminant par une ventouse. Ces pattes restent constamment repliées sous le corps, à l'exception de la première paire, qui reste toujours étendue vers l'avant et est équipée de sensilles. la structure buccale de la femelle prédatrice est conçue pour mordre et sucer. Cette structure implique deux chélicères pointues qui perforent la cuticule de l'abeille (Rosenkranz et *al.*, 2009).

b.Mâle

Les femelles et les mâles de cette espèce ont des différences perceptibles. Les mâles, par exemple, sont généralement plus petits et de forme ronde. Ils ne sont pas aussi faciles à localiser et peuvent mesurer de 0,75 à 0,98 mm de longueur et de 0,70 à 0,88 mm de largeur. De plus, leur teinte jaune est distincte de celle des femelles (Fernandez et Coinneau, 2007).

La structure physique du mâle est caractérisée par un corps arrondi, jaune clair à blanc. Fait intéressant, son appareil buccal n'a pas évolué pour permettre l'aspiration de l'hémolymphe. Au lieu de cela, les chélicères, modifiées permettent le transport du spermatophore (Habbi-Cherifi et al , 2021).

2.3.2 Forme immature

Les stades immatures (figure 3) présents sont au nombre de 3 chez cette espèce : l'œuf, la protonymphe et la deutonymphe (Anderson et Truman, 2000).

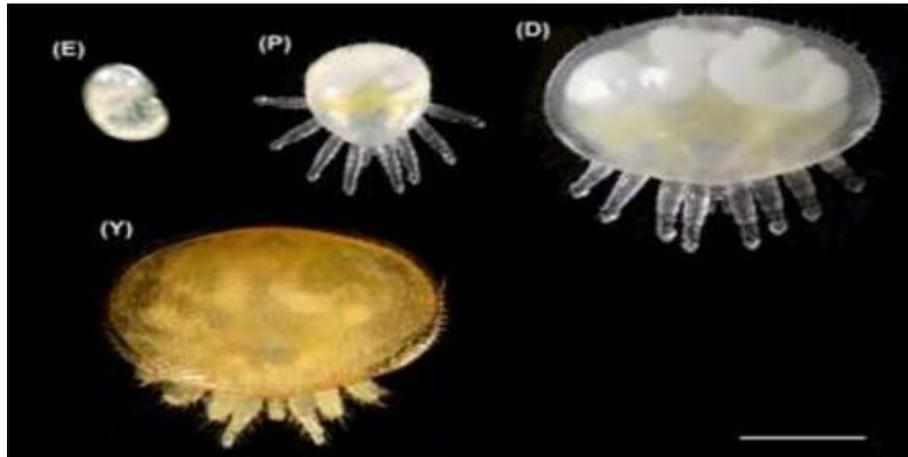


Figure 3 : Illustrations de la différente forme de *Varroa destructor*. d'un œuf (E) en larve, en protonympe (P), en deutonympe (D) puis en jeune femelle adulte (Y) (Mondet et al., 2016).

a. Les œufs

Le premier œuf de *V. destructor* est pondu environ 60 à 70 heures après l'operculation de l'alvéole, l'œuf initial est pondu. L'œuf d'abeille peut appartenir à l'une des deux catégories suivantes : celui de l'abeille ouvrière ou celui du faux-bourdon. L'œuf lui-même est de forme ovale, avec une texture élastique et une coloration blanche. Mesurant jusqu'à 300 μm de long et 230 μm de large, l'œuf est de taille relativement petite (Chaker et Azizi, 2021).

b. La protonympe

Le processus de métamorphose de la larve en protonympe est appelé nymphose. Au cours de cette étape, l'hypoderme de la larve se sépare et sa couche externe reste collée à la cuticule, créant une enveloppe protectrice dans laquelle se développe la protonympe. Le quatrième ensemble de pattes émerge et la couche interne de l'hypoderme génère une nouvelle cuticule. Les jambes s'étendent vers l'extérieur et vers l'avant, créant une apparence saisissante (Mallick, 2013).

Le corps de ce spécimen est plus sphérique, mesurant 0,6 mm de long et 0,5 mm de large, et sa couleur est blanc irisé. Le mâle et la femelle se distinguent par la disposition de leurs poils. Le bouclier dorsal de la femelle est couvert de poils sur toute sa surface. Cependant, chez le mâle, la multiplication des soies se produit principalement sur la moitié postérieure du bouclier (Mallick, 2013).

L'état initial d'immobilité de la protonympe est appelé la première stade active. Au cours de cette phase, les chélicères, qui ont été typiquement développés, permettent à la protonympe de se nourrir. Chez les mâles, ces chélicères se sont déjà transformées en spermiodactyles (Mallick, 2013).

c. La Deutonymphe

Les pattes de l'organisme sont toujours étendues vers l'avant et sont légèrement plus mobiles que celles de la protonympe. Au fur et à mesure que la femelle grandit, son corps prend une forme ellipsoïdale, tandis que le corps du mâle reste inchangé. Le piriforme subit une transformation où sa couleur passe à une teinte légèrement jaunâtre. De plus, le nombre de soies présentes sur le piriforme augmente tandis que le gnathosome adopte progressivement les mêmes caractéristiques que l'adulte (Mallick, 2013).

2.4 Cycle de reproduction de *V. destructor*

Les acariens Varroa sont des ectoparasites des abeilles adultes et immatures (larves) et, s'ils ne sont pas traités, ils provoquent la mort rapide des colonies infectées. Les acariens Varroa dépendent entièrement de leurs hôtes pour leur survie et leur reproduction, les stades de vie des femelles adultes présentant deux phases distinctes : la phase phorétique de passées sur les abeilles adultes et la phase de reproduction, au cours de laquelle l'acarien se reproduit dans le couvain (figure 4). (Mondet et al., 2018).

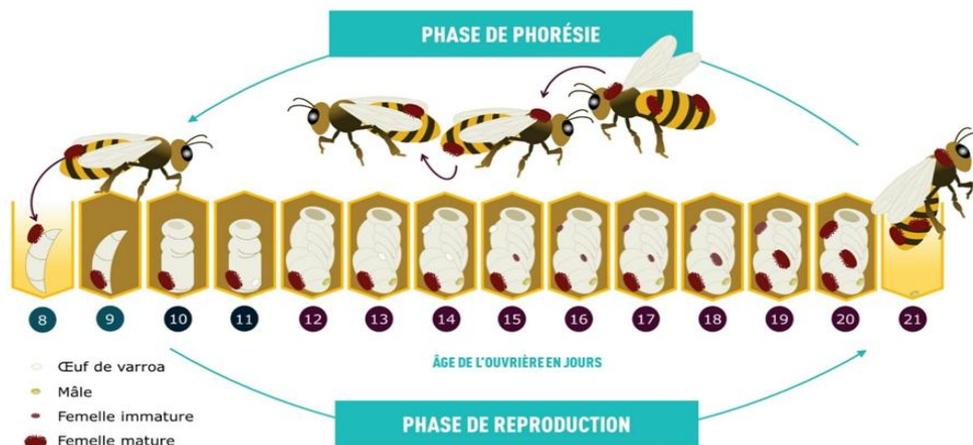


Figure 4 : Cycle reproductif de *Varroa destructor* (Nazzi et Le Conte, 2016)

Dans la phase phorétique, les acariens Varroa sont situés sur les abeilles adultes, leur donnant la capacité de se propager à la fois dans la colonie et au-delà. L'acarien Varroa

femelle est généralement présent sur la face ventrale des segments abdominaux de l'abeille. (Mondet et *al.*, 2016)

Au cours de la vie d'une femelle Varroa, elle exécutera généralement 2 à 3 cycles de reproduction. En attendant l'infestation du couvain pour un nouveau cycle de reproduction, la phase phorétique est une étape bénéfique. Cette étape permet la propagation de l'espèce de la manière la plus efficace possible. L'étendue de la phase phorétique dépend du nombre de cellules de couvain présentes pour initier la phase de reproduction. En période estivale, la durée de la phase phorétique varie de 4 à 11 jours, alors qu'elle peut durer plusieurs mois en hiver (Adjlane, 2012).

Durant la phase de reproduction, la femelle varroa choisit une cellule où une larve d'abeille est en train d'être nourrie pour y pondre ses œufs. Une fois que les ouvrières ont operculé la cellule, la femelle varroa dépose entre 4 et 15 œufs. Il y a deux types d'œufs : ceux qui ont été fécondés par un mâle varroa donneront naissance à des femelles, tandis que les œufs non fécondés donneront naissance à des mâles. Les larves se nourrissent de la nourriture destinée à l'abeille. Les mâles atteignent leur maturité en 5 à 7 jours, tandis que les femelles ont besoin de 7 à 9 jours. Une fois matures, les femelles peuvent attaquer l'abeille et se nourrir de son hémolymphe, une substance essentielle pour leur capacité à pondre (Häußermann et *al.*, 2020).

Les femelles varroas consomment environ les deux tiers de leur poids en sang toutes les deux heures environ. En revanche, les mâles ne peuvent pas percer l'exosquelette de l'abeille et dépendent donc de la nourriture présente dans la cellule. La fécondation se produit avant l'éclosion de l'abeille hors de sa cellule. Les mâles meurent faute de nourriture, tandis que les femelles peuvent vivre jusqu'à trois mois en été et jusqu'à six mois en hiver (Häußermann et *al.*, 2020).

2.5 Symptômes

Au stade initial de l'infection par la varroase, aucun symptôme n'est observable. Cependant, lorsque la population d'acariens atteint un niveau élevé et que des symptômes commencent à se manifester, cela indique une infestation grave et suggère que l'effondrement de la colonie est imminent si aucune mesure de traitement n'est entreprise (Simoneau, 2004).

2.5.1 Sur les abeilles adultes

Selon Simoneau, (2004) Les signes cliniques de la varroase chez les abeilles adultes sont les suivants :

- Les nouvelles abeilles présentent une taille réduite, des ailes disjointes ou déformées, ainsi qu'un abdomen plus court.
- Les abeilles se déplacent lentement près de l'entrée de la ruche ou sur la planche d'envol (ce comportement peut également être causé par l'acariose due à *Acarapis woodi*).
- La durée de vie des nouvelles abeilles est réduite.
- Les larves infestées par plus de cinq acariens fondatrices peuvent mourir.
- Les abeilles peuvent subir une perte de poids et une diminution potentielle de leur résistance naturelle aux maladies.
- Des infections virales secondaires peuvent se produire, telles que le virus de la paralysie chronique (CPV) et le virus des ailes déformées (DWV).

2.5.2 Sur la colonie

L'infestation par le varroa dans une colonie d'abeilles présente des symptômes qui varient en fonction du degré d'infestation, notamment une réduction du couvain, du butinage et le couvain présente des caractéristiques anormales, pouvant ressembler à l'apparence de la mosaïque observée dans le cas de la loque (les deux) ou à du couvain calcifié. (Simoneau, 2004).

Dans les colonies mal gérées, les acariens varroa se propagent jusqu'à atteindre un niveau d'intolérance, ce qui entraîne la perte de toute organisation sociale de la colonie et son effondrement. Les conséquences incluent un arrêt de la ponte, une fuite de la ruche, une augmentation de la mortalité, etc. On observe également la présence de varroa sur les abeilles adultes et une infestation significative du couvain, en particulier du couvain de faux-bourdon où l'on peut retrouver de 3 à 4 mites par cellule (Simoneau, 2004).

Une infestation sévère a un impact négatif sur le taux de renouvellement des abeilles vieillissantes par de jeunes abeilles. C'est à ce stade que l'effondrement de la colonie devient

imminent, généralement survenant entre 2 et 4 semaines. Si aucune action n'est entreprise, certaines colonies peuvent s'effondrer en quelques semaines à deux ans (Simoneau, 2004).

2.6 Source de contamination de varroa

Les échanges entre colonies peuvent se produire de différentes manières (Simoneau, 2004) :

- Le pillage : les ruches fortement infestées, étant plus faibles, peuvent être attaquées par les abeilles des colonies voisines qui viennent voler les réserves de nourriture des ruches affaiblies.

- La dérive des butineuses : il arrive parfois que les abeilles se trompent de ruche et rejoignent une ruche infestée. Ce mode de contamination est fréquent.

- Le butinage sur des fleurs : il s'agit d'une zone partagée où les abeilles peuvent laisser leurs parasites, qui attendront l'arrivée d'une autre abeille pour se propager.

2.7 Diagnostique de la varroase par moyenne physique

Le varroa peut être observé à l'œil nu et l'affection peut être diagnostiquée sur trois types de prélèvements (Makowiak, 2009) :

- les débris : le fond de la ruche est couvert d'un linge grassex et d'un grillage, et les acariens peuvent y être observés soit en conditions naturelles (méthode de la chute naturelle), soit après traitement.

- le couvain operculé, préférentiellement celui de mâle.

- les abeilles adultes, prélevées sur des cadres de couvain non operculé.

3 Abeilles

Le mot "abeille" vient du latin *Apis*, qui signifie "mouche à miel", et fait partie des insectes sociaux. (Aribi et Cheradid, 2020).

L'existence de cet insecte remonte à l'an 3600 avant JC en Egypte. C'est en 1758 que Linné décrit l'abeille et nomme toutes les abeilles connues à l'époque *Apis mellifera*. Aujourd'hui, l'abeille italienne est l'espèce d'abeille la plus répandue dans le monde (Biri,2011).

3.5 Systématique de l'abeille *Apis mellifera*

Sur l'arbre phylogénique des animaux, les abeilles appartiennent au phylum des Arthropodes (Baguira, 2020), et leur ordre est celui des Hyménoptères, quant aux guêpes et aux fourmis, elles sont classées dans la superfamille des Apoïdea, puis dans la famille des Apidae (Aribi et Cheradid, 2020). La classification systématique d'*Apis mellifera* (Wendling, 2012) est présentée ci-dessous :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement:
Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Super -ordre : Endopterygota

Ordre : Hymenoptera

Sous-ordre : Apocrita

Super -famille : Apoidea

Famille : Apidae

Sous-famille : Apinae

Genre : *Apis*

Espèce : *Apis mellifera*



Figure 5 : *Apis mellifera*(Piroux, 2014)

3.6 Morphologie générale des abeilles

3.6.1 Anatomie externe (figure 6)

Le corps d'une abeille est constituée d'une tête d'un thorax qui porte les ailes et les pattes et d'un l'abdomen, le thorax et l'abdomen forment le tronc Toutes ces parties sont couvertes d'une matière cornée nommée chitine ou entomoléine composant le squelette extérieur ou tégumentaire formé de segments réunis fixes ou mobiles (Girdwoyń, 1876).

a. la tête

La tête est une capsule ovoïde qui, extérieurement, présente deux yeux composés et trois ocelles, deux antennes et les pièces buccales. Elle porte les principaux organes des sens et renferme un cerveau d'un volume important ainsi que les glandes hypopharyngiennes, labiales et mandibulaire. (Le conte, 2002)

b. le thorax

Le thorax des abeilles se trouve entre la tête et l'abdomen et est composé de trois segments communs à tous les insectes, ainsi que d'une extension spécifique aux hyménoptères. Il abrite les éléments locomoteurs des abeilles, tels que les ailes et les pattes, qui sont équipées de pièces articulées. Le thorax contient également trois paires d'orifices respiratoires appelés stigmates, ainsi que les glandes labiales thoraciques qui sont reliées aux glandes labiales de la tête. Ces glandes jouent un rôle dans la sécrétion de substances nécessaires (Le conte, 2002).

c. l'abdomen

L'abdomen se compose de sept segments maintenus ensemble par des membranes intersegmentaires, chaque segment étant constitué d'une partie supérieure (le tergite) et inférieure (le sternite). Le tergite recouvre partiellement le sternite. La taille de l'abdomen peut varier en raison du système musculaire permettant l'extension ou le repli de la membrane qui relie les tergites et les sternites ainsi que les différents segments abdominaux. L'abdomen a sept paires de stigmates (Le conte, 2002).

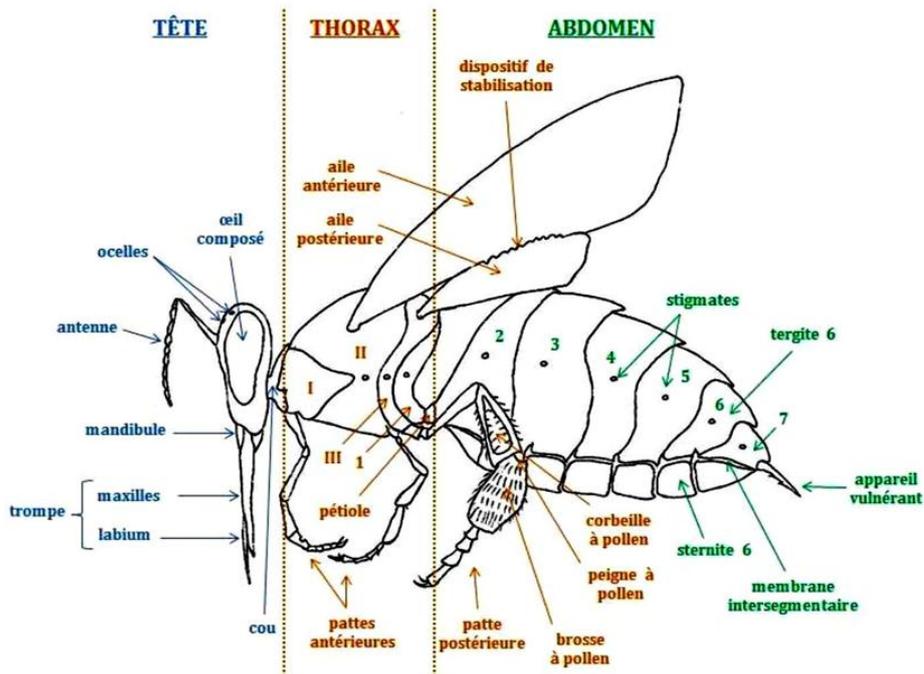


Figure 6 : Morphologie externe de l'abeille adulte (Paillot et al., 1949)

3.6.2 Anatomie interne (figure 7)

a. l'appareil digestif

Le système digestif des abeilles commence par la bouche et se poursuit à travers l'hypopharynx, le pharynx, l'œsophage, et le jabot, qui est une poche utilisée pour le transport des liquides tels que le miel, le nectar et l'eau. L'intestin moyen, ou ventricule, est responsable de la digestion et de l'absorption des nutriments. Une valve proventriculaire empêche le reflux de liquide du jabot vers l'intestin moyen (Mallick, 2013).

b. L'appareil excréteur

Le système excréteur est représenté par le canal de Malpighi, qui est relié au système digestif, mais sa fonction est l'excrétion. Ces canaux sont librement insérés dans le sang, ils sont fermés à une extrémité et libres à l'autre. À la dernière extrémité, ils se terminent dans le tube digestif au passage de l'intestin moyen à l'intestin grêle. Les déchets contenus dans le sang pénètrent dans ces tubes par osmose et sont rejetés dans les intestins et hors du corps avec les excréments (Biri, 2011).

c. l'appareil respiratoire

Le système respiratoire des abeilles utilise les stigmates pour aspirer et expulser de l'air. Les stigmates sont reliés à la trachée, un réseau tubulaire qui se ramifie pour former les sacs aériens, assurant les échanges gazeux au niveau cellulaire. La structure tubulaire de la trachée et des sacs aériens est formée par l'épaississement hélicoïdal de la cuticule, leur conférant à la fois rigidité et souplesse (Le conte, 2002).

d. Le système nerveux

Le système nerveux des abeilles est composé du système nerveux central, qui comprend une chaîne de huit ganglions nerveux et le cerveau formé par la fusion de trois paires de ganglions. Le système nerveux stomatogastrique, qui est lié à l'activité des organes internes, est peu décrit chez les abeilles (Mallick, 2013).

e. L'appareil circulatoire

Chez les insectes, le système circulatoire est séparé du système respiratoire. Il utilise l'hémolymphe pour transporter les hormones, les nutriments et les déchets métaboliques dans tout le corps. Le système circulatoire des insectes est de type ouvert, avec un cœur dorsal, des diaphragmes musculaires et des ventricules abdominaux. (Mallick, 2013).

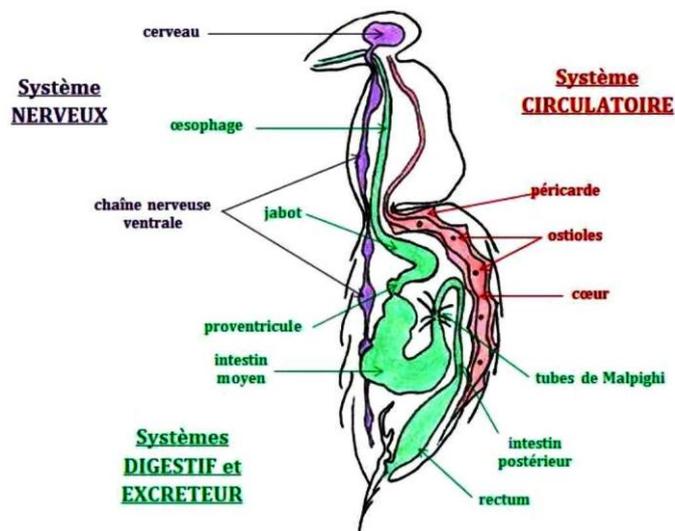


Figure 7 : Morphologie interne de l'abeille adulte (Paillot et al., 1949)

F. Les glandes indépendantes

Le système glandulaire de l'abeille est complexe et essentiel à la régulation de diverses fonctions biologiques. Les glandes sont stimulées à différents moments de la vie de l'abeille,

certaines étant exclusives à la reine et d'autres se trouvant dans diverses parties du corps de l'abeille. Malgré de nombreuses recherches, il reste encore chez l'abeille des glandes dont le rôle est inconnu. (Prost, 2005).

3.7 Alimentation

Les abeilles se nourrissent principalement de miel fabriqué à partir de nectar et de pollen récolté sur les fleurs (Le conte, 2002). Le miel en tant que source de glucides assure l'apport énergétique nécessaire à l'individu, tandis que le pollen en tant que source de protéines, de lipides, d'acides aminés, de vitamines et de minéraux. Il est essentiel pour l'hormone et le développement des glandes hypopharyngées des nourrices et pour la sécrétion de nourriture pour les larves. Par conséquent, le pollen est essentiel au développement et à la survie des colonies d'abeilles. (Henry et *al.*, 2016), et la privation de pollen affecte également la santé des abeilles, notamment leur immunité et leur tolérance aux pathogènes (Alaux et *al.*, 2010).

3.8 Habitat des abeilles

3.8.1 Ruche

Les habitats ouverts et ensoleillés sont les endroits préférés des Apoïdes en raison de la disponibilité d'une grande variété de flore et de sites propices à la nidification. Ces insectes créent leurs nids dans de tels environnements comme la surface du sol, les feuilles sèches, l'herbe, les terriers, le bois mort, etc (Aribi et Cheradid, 2020).

L'homme a pris l'habitude de placer des troncs d'arbres, des paniers en osier ou d'autres matériaux à proximité des habitats naturels des abeilles à des fins économiques, dans le but d'attirer les essaims. Au fil du temps, il a pu créer des nids plus élaborés et accueillants pour les abeilles. Ces habitations construites par l'homme sont communément appelées ruches (Biri, 2011). (figure 8)



Figure 8 : Un rucher (Bouakaz et Tiab, 2021).

3.9 Colonie d'abeilles

Les abeilles sont des insectes eu-sociaux, c'est-à-dire qu'un individu ne peut pas survivre sans toute la colonie. En fait, trois castes composent la société des abeilles : la reine, les ouvrières et les faux-bourçons (Bouakaz et Tiab, 2021).

Une colonie compte environ 50 000 à 60 000 individus, parfois plus, dont une reine des abeilles, et 0 à 6 000 mâles (présents uniquement d'avril à septembre). Toutes ces castes d'abeilles sont nécessaires au bon développement de la colonie (Bouakaz et Tiab, 2021).

Le nombre de cette population est variable, en fonction de différents facteurs, comme le climat, les sous-espèces d'abeilles et le nombre d'œufs pondus par la reine, qui dépend de la taille et du stade de développement de la colonie (Le conte, 2011), et aussi sur la saison et la santé de la ruche (Bouakaz et Tiab, 2021).

a. La reine

C'est la seule femelle fertile de la ruche. Elle est indispensable à la vie de la ruche, elle est plus grosse (Bouakaz et Tiab, 2021), que les autres abeilles et surtout beaucoup plus longue (environ 16 mm) (Biri, 2011) que les autres abeilles, elle est de couleur brune foncé et elle pèse entre 178 et entre 298 mg. Selon Leconte (2002) elle se caractérise par un abdomen très développé, un thorax plus volumineux que celle d'une ouvrière (figure 9).

La jeune reine atteint sa maturité sexuelle à cinq ou six jours. Elle entreprend alors un vol nuptial, parcourant jusqu'à 3 km pour atteindre un rassemblement de mâles. Jusqu'à vingt mâles, les plus vigoureux et rapides, la fécondent. Le sperme des mâles est stocké dans une poche appelée spermathèque, et est utilisable pendant toute la durée de la vie de la reine, de trois à cinq ans (le conte, 2004).

Ses principales fonctions sont la ponte (jusqu'à 2000 œufs par jour) et la régulation de l'activité de la colonie par la 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) (Chauvin, 1961).

b. les mâles (faux bourdon)

Ils se caractérisent par un corps trapu, sont couvertes de poils, de couleur sombre, leurs abdomens sont arrondis et leur diamètre de thorax mesure 5,5 mm, tandis que leur longueur varie entre 12 et 14 mm. Selon Wendling (2012), ils pèsent entre 196 et 225 mg, et ne possèdent pas de dard, et ils sont nourris par les ouvrières (figure 6) (Idjeri et Achoui, 2021).

Les mâles sont haploïdes et proviennent d'œufs infertiles, qui sont pondus soit par la reine, soit par les ouvrières. La période d'incubation de ces œufs est d'environ 24 jours à l'intérieur des cellules (Bouakaz et Tiab, 202), et jouent un rôle dans la fécondation de la reine et la ventilation de la ruche. Ils peuvent être des vecteurs de maladies et leur population peut varier considérablement au sein de la colonie, pouvant atteindre jusqu'à 6000 individus. Les faux bourdons sont pris en charge par les ouvriers au printemps, tolérés en été et éliminés en automne. Généralement, les mâles meurent après avoir copulé avec la reine. (figure 9)(Idjeri et Achoui, 2021).

c. les ouvrières

Les ouvrières sont la principale composante de la colonie d'abeilles. Elles sont plus petites que la reine, mesurant entre 10 et 12 mm de long avec un diamètre de 4 mm, et pèsent entre 81 et 151 mg. Les ouvrières sont stériles en raison des phéromones émises par la reine, qui inhibent leur fonction ovarienne. Cependant, en l'absence de la reine et du couvain, certaines ouvrières peuvent pondre des œufs, mais leur descendance sera exclusivement composée de mâles (Van, 2005).

Chaque ouvrière est polyvalente et effectue différentes tâches en fonction de son âge et des besoins de la colonie. Dès leur éclosion, elles s'occupent du nettoyage des alvéoles et de la ventilation de la ruche. Elles deviennent ensuite nourrices, nourrissant les larves à différents stades de développement. Après cela, elles entreposent des provisions, construisent de nouveaux rayons et operculent le couvain. Plus tard, elles assurent la défense de la colonie

entre le dix-huitième et le vingtième jour. Enfin, à partir du vingtième jour, les ouvrières sortent de la ruche pour butiner et rapporter de l'eau. (Alain, 2019).

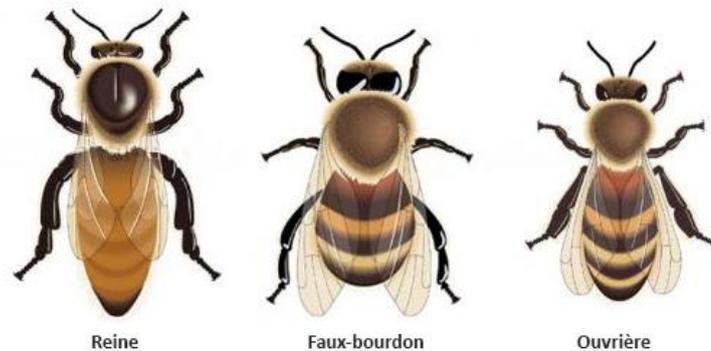


Figure 9: Trois castes d'abeilles (Bhokray, 2016).

3.10 Cycle de développement et reproduction

Les abeilles sont des insectes holométaboles, ce qui signifie qu'elles subissent une métamorphose complète au cours de leur développement. Elles passent par différentes phases distinctes : l'œuf, la larve et la nymphe, avant d'atteindre leur stade adulte (Biri, 2011).

Une fois l'accouplement effectué pendant le vol nuptial, la reine fécondée rentre dans la ruche et choisit une position centrale à l'intérieur d'un rayon. À partir de là, elle commence à pondre un œuf dans chaque alvéole en suivant un mouvement circulaire qui part du centre et se dirige vers la périphérie (figure 10) (Prost, 2005 ; Von Frisch, 2011).

3.10.1 Stade œuf

L'œuf est facilement reconnaissable grâce à sa couleur blanche, sa forme ovale légèrement incurvée, et il ne possède ni pattes ni yeux. Lorsqu'il est pondu, il est déposé verticalement dans l'alvéole. Au bout de trois jours, l'œuf commence à s'incliner lentement vers le fond de l'alvéole, sa membrane se dissout, et il se transforme en larve. Pendant cette période de trois jours, les ouvrières nourrices nourrissent les larves avec une bouillie ou une gelée royale. (Jean-Prost et Le conte, 2005) Les œufs mesurent entre 1,3 et 1,8 mm de long, environ 0,5 mm de large, et pèsent entre 0,12 et 0,22 mg. Les temps de développement, la taille et le poids peuvent varier en fonction de la race, de la lignée et même des conditions climatiques (Prost, 2005 ; Von Frisch, 2011).

3.10.2 Stade larvaire

La larve, qui ressemble à un petit ver, possède uniquement un tube digestif, et son rôle principal consiste à se nourrir. Elle consacre la majeure partie de son temps à se nourrir de la nourriture déposée dans l'alvéole par les abeilles nourrices. Elle est même capable de se retourner si la nourriture n'est pas directement à proximité de sa bouche. Au cours de sa croissance, la larve effectue cinq mues successives. Elle gagne considérablement en poids. Au 9ème jour, l'alvéole est scellée par un petit bouchon de cire. Les derniers jours du stade larvaire sont consacrés à la construction d'un cocon. La durée du stade larvaire varie en fonction de la caste : reine, ouvrière ou faux-bourdon (Prost, 2005 ; Von Frisch, 2011).

3.10.3 Stade nymphal et imago

Aux deux derniers stades de développement, la tête, les yeux, les antennes, les pièces buccales, le thorax, les pattes et l'abdomen de la larve acquièrent les caractéristiques de l'abeille adulte. Les mandibules se forment, permettant à l'imago de percer l'opercule de cire. Une fois devenu adulte, l'abeille émerge de l'alvéole et déploie ses ailes. La cuticule externe de son corps sèche progressivement au cours des 12 à 24 heures suivantes, et l'abeille commence alors ses activités. Le poids de l'abeille adulte varie en fonction de sa caste (Prost, 2005 ; Von Frisch, 2011).

La durée de chaque étape du cycle de développement varie en fonction de la caste, présentant ainsi certaines variations observables (Prost, 2005 ; Von Frisch, 2011).

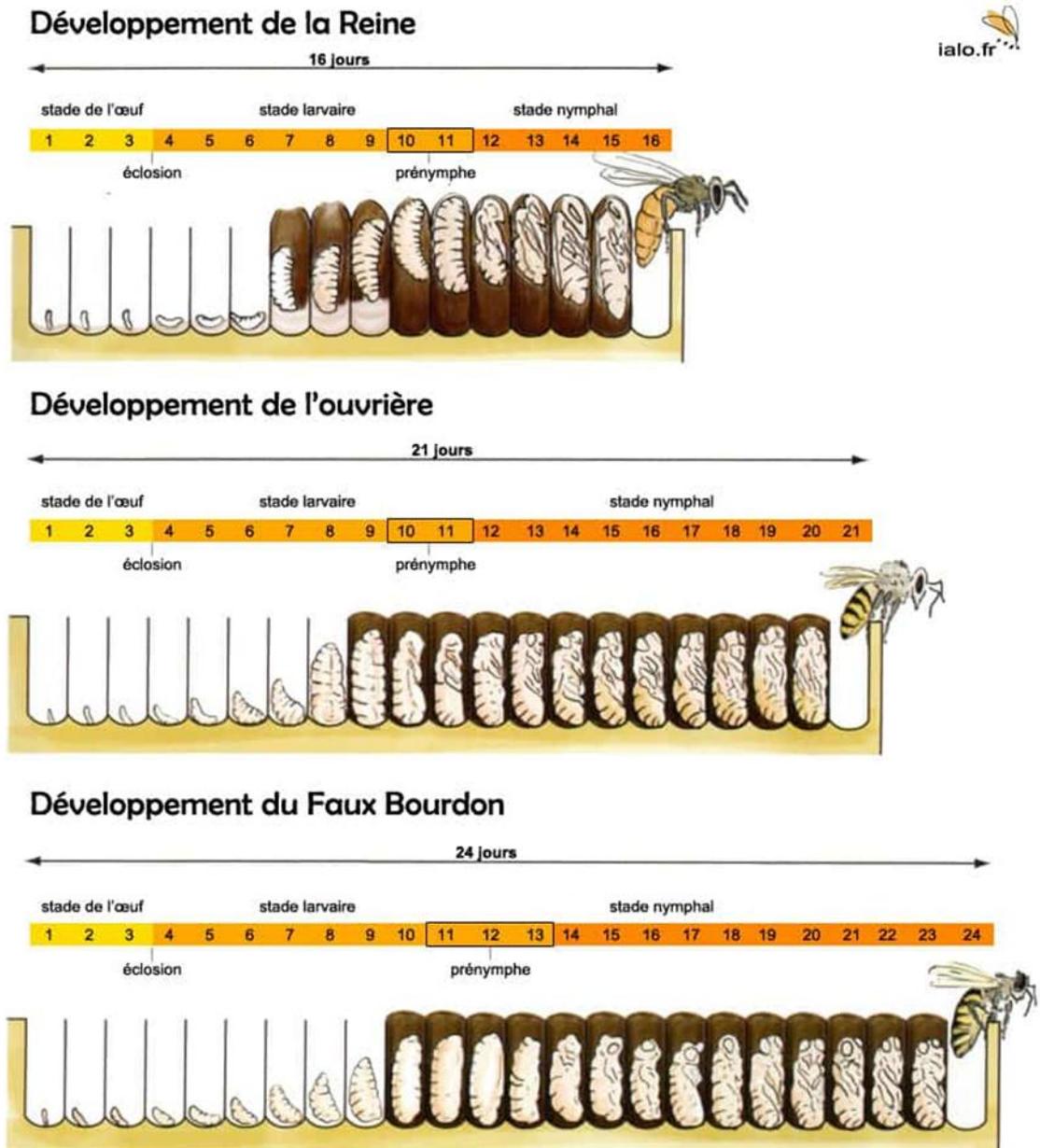


Figure 10 : Schéma représente le cycle de vie d'abeille (Houdelet, 2020).

3.11 Races des abeilles Algériennes

En Afrique du Nord, les abeilles ont été classées en trois races distinctes : *intermissa*, *sahariensis* et *major*. Depuis longtemps, la région du Maghreb est réputée pour la présence de différents types d'abeilles domestiques qui ont une lignée africaine commune. Une partie de leur génome s'est propagée au sein de la lignée occidentale européenne. En Algérie, le cheptel apicole est composé de deux races d'abeilles locales : *Apis mellifera intermissa*, également

connue sous le nom d'abeille tellienne" ou "abeille noire du Tell", et *Apis mellifera sahariensis*, connue sous le nom d'"abeille saharienne". Ces deux races d'abeilles se distinguent par leur couleur, leurs caractères morphologiques et leur répartition géographique (Dadoun, 2020).

3.11.1 Abeilles Tellienne (*Apis mellifera unicolor var intermissa*)

La sous-espèce *Apis mellifera intermissa* (figure 11), également connue sous le nom de "Tellienne", tire son nom de l'Atlas Tellien noir. Son aire de répartition s'étend sur toute l'Afrique du Nord, du Maroc à la Tunisie. Cette sous-espèce a été initialement décrite par Buttel-Reepen (Ruttneret *al.*, 1978).

Le sous-espèce *Apis mellifera intermissa*, ou abeille tellienne, possède plusieurs caractéristiques distinctives. Elle est connue pour être très agressive, avoir une forte population, une grande fertilité, une excellente capacité à récolter le pollen et la propolis, ainsi qu'une production de miel abondante. Cette sous-espèce est également bien adaptée pour survivre aux changements climatiques. Les populations d'*intermissa* présentent plusieurs similitudes avec les abeilles du sud-ouest de l'Europe, ce qui démontre leur parenté phylogénétique avec toutes les autres sous-espèces (Dadoun, 2021).



Figure 11 : L'abeille tellienne : *Apis mellifera inermis* (Chahbar et Hamadi, 2020).

3.11.2 Abeille saharienne *Apis mellifera sahariensis*

L'abeille saharienne (figure 12), décrite par Baldensperger en 1924, est de petite taille, jaune et possède un indice cubital élevé. Elle se distingue par son comportement peu agressif et sa capacité exceptionnelle à résister aux conditions difficiles de chaleur et de sécheresse de son environnement. On la retrouve principalement dans le Sud du Maroc ainsi que dans l'ensemble du territoire du Sud-Ouest algérien, notamment dans les monts des Ksours jusqu'à Ain El Sefra, Morgrar, Sfissifa Béchar, Djebel Antar, Djebel Bouarid, Djebel Grouz, Daria l'Hamar et Beni Ounif (Haccour, 1960).

La plupart des caractéristiques de cette race, à l'exception de la pigmentation, la font ressembler à *A. mellifera intermissa*. Sa taille et la longueur de sa langue se situent entre celles d'*A. mellifera intermissa* et des races plus petites d'Afrique occidentale. Cette similitude a remis en question l'autonomie de cette race (Chahbar et Hamadi, 2020).



Figure 12 : L'abeille saharienne : *Apis mellifera sahariensis* (Chahbar et Hamadi, 2020)

4 Pathologies dominants chez les espèces apicoles

La pathologie des abeilles mellifères englobe tous les risques biologiques susceptibles de nuire à la santé des abeilles et des colonies. Ces risques sont divers et incluent des bactéries, des protozoaires, des champignons, des arthropodes ainsi que des virus (Esnault, 2019).

4.5 Parasites

4.5.1 Acariens

4.1.1.1. La varroa

La varroase est une maladie parasitaire qui affecte les abeilles adultes et leur couvain. (Figure 13). Elle est causée par un acarien parasite externe hématophage appelé *Varroa destructor* (Anderson et Trueman, 2000). Initialement présent chez l'abeille asiatique *Apis cerana*, le varroa a été transféré à l'abeille européenne *Apis mellifera*, provoquant une épidémie. Aujourd'hui, *Varroa destructor* est considéré comme une menace majeure pour l'apiculture à l'échelle mondiale, y compris en Algérie (Adjlane et al., 2018).



Figure 13 : *Varroa destructor* sur une nymphe (Nick et Romero, 2022)

4.1.1.2 Acarapis woodi Renni

L'acarapisose, qui a été décrite pour la première fois par Renni en 1921 (Ibrahim et al., 2015), est une maladie qui affecte les abeilles adultes, notamment l'abeille *Apis mellifera* . et d'autres espèces d'*Apis*. Elle est causée par un acarien tarsonémidé connu sous le nom d'acarien trachéal, *Acarapis woodi*. Les femelles adultes de cet acarien mesurent environ 150 µm et sont des parasites internes du système respiratoire de l'abeille. Ils infestent les trois castes (reine, faux bourdon et ouvrières) et se reproduisent principalement dans la grande trachée prothoracique de l'abeille. Parfois, on peut également les trouver dans la tête, les sacs aériens thoraciques et abdominaux, ainsi qu'à la base des ailes de l'abeille. Les acariens se nourrissent de l'hémolymphe de leur hôte (OEI, 2022) et ont divers effets, notamment la réduction de la longévité des abeilles adultes et l'augmentation de la mortalité des colonies pendant l'hiver (OTIS, 1992).

4.1.1.3 *Tropilaelaps* spp

Les acariens du genre *Tropilaelaps*, appartenant à la famille des Laelapidae, sont des parasites externes des abeilles du genre *Apis* originaires d'Asie (Delfinado et Baker, 1961; Laigo et Morse, 1968). L'un des membres les plus connus de cette espèce, *Tropilaelaps clareae*, est principalement hébergé par l'abeille *Apis dorsata*. Cependant, il a été observé que les acariens *Tropilaelaps* pouvaient également infester l'abeille occidentale, *Apis mellifera*. En fait, la première découverte de *Tropilaelaps clareae* sur *A. mellifera* a été signalée aux Philippines. Les espèces de *Tropilaelaps* sont principalement répandues en Asie et sont capables d'infecter un large éventail d'espèces d'abeilles mellifères,. Cependant, ces acariens semblent être particulièrement pathogènes pour *A. mellifera*. Tout comme *Varroa destructor* Anderson et Trueman de la famille des Varroidae, les acariens *Tropilaelaps* infectent les larves et se nourrissent de leur hémolymphe. Jusqu'à quatre femelles d'acariens peuvent envahir la même cellule de couvain (Dainatetal, 2009).

4.5.2 Maladies fongique (La nosémos)

La nosérose, l'une des premières maladies des abeilles à avoir été identifiée, remonte à 1909. C'est une maladie parasitaire qui affecte les trois castes d'abeilles adultes (reine, faux-bourdon et abeille ouvrière) en raison de la prolifération d'un champignon du genre *Nosema* dans l'épithélium de l'intestin moyen des abeilles. Ce champignon appartient à l'embranchement des Microsporidia, qui fait partie du règne des Fungi. (Christophe, 2017). En particulier, lorsque la maladie provoque des accès de diarrhée chez les abeilles, celles-ci s'égarerent et désertent leur nid. L'apiculteur ne détecte la maladie que lorsque la colonie est gravement affectée, généralement en observant le couvain et constatant une diminution du nombre d'abeilles adultes (Biri, 2011).

4.5.3 Maladies bactériennes

4.1.3.1 La loque américaine

La loque américaine est une maladie qui affecte uniquement les stades larvaires des abeilles, comme son nom l'indique. L'agent responsable de cette maladie est la bactérie sporulée à Gram positif appelée *Paenibacillus larvae* (Generschetal., 2006). Cette bactérie a été isolée pour la première fois par White en 1906 (White, 1906). La loque américaine est une

maladie contagieuse qui se caractérise cliniquement par la mort, la putréfaction et la dessiccation des larves infectées (figure14) (Marie, 2002).

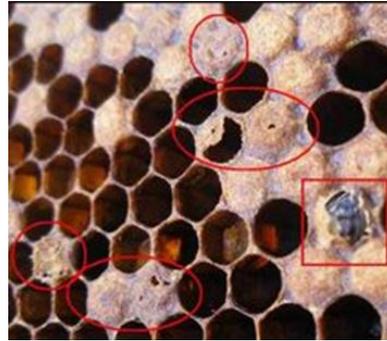


Figure14 : Loque américaine (couvains affaissés) (Facuon et Le conte, 2002)

4.1.3.2 La loque européenne

La loque européenne est une maladie qui affecte principalement les alvéoles du couvain non operculé. Elle se manifeste en tuant les larves lorsqu'elles atteignent leur 4ème à 5ème jour de vie, soit un ou deux jours avant l'operculation (Boelens et Géraldine, 2022). Cette maladie est causée par la bactérie *Melissococcus plutonius*. Les symptômes de la loque européenne incluent l'effondrement de la larve au fond de la cellule, l'absence de fermeté de la larve qui prend une teinte jaunâtre, puis se décompose progressivement (figure15) (Charrière et *al.*, 2009).



Figure15 : La loque européenne (Smith et weis, 2020)1: larve avec tâche jaunâtre , 2: larve affaissée , 3: opercule rongée

4.5.4 Maladies virales

Il y a dix-huit virus qui ont été recensés chez les abeilles du genre *Apis*. Certains de ces virus sont peu fréquents, tandis que d'autres se trouvent en grande quantité de manière latente chez les abeilles, sans causer de symptômes apparents. Pour des raisons encore

inconnues, ces virus peuvent devenir hautement pathogènes pour les abeilles, provoquant des tremblements et une paralysie identifiable dès l'entrée de la colonie. C'est notamment le cas des virus de la paralysie chronique (CPV) ou aiguë (APV). Malheureusement, il n'existe aucun traitement efficace pour lutter contre ces virus qui peuvent affaiblir ou même décimer la colonie. Néanmoins, une alimentation de qualité à base de pollen fourni par les butineuses peut contribuer à freiner ces maladies. Le parasite varroa affaiblit également les défenses immunitaires des abeilles, favorisant ainsi la propagation des virus (Le Conte et Navaja, 2006).

5.Lutte contre les varroas

5.1.Arômatothérapie(les huiles essentielles)

Les substances aromatiques appelées huiles essentielles ou essences sont composées de gouttelettes produites par les plantes présentes dans leur écorce, leurs feuilles, leurs résines, leurs brindilles et leurs arbres. Seuls quelques-uns des 150 huiles essentielles et composants testés sur le terrain étaient efficaces. Parmi les ingrédients testés, le thymol était le plus puissant. Thymol est devenu la base du développement de divers produits, notamment Apilife VAR, Apigard et Timovar, qui ont été utilisés pour lutter contre le varroa (Habbi-Cherifi , 2021).

Les huiles essentielles ont des effets différents selon les molécules, leur combinaison et le dosage utilisé. Pourtant, les associer à plusieurs huiles essentielles et autres principes actifs peut apporter une solution pour lutter contre les acariens Varroa et leurs souches résistantes (Kotwal et *al*,2013)

5.2.Thermothérapie

Les acariens sont très sensibles à la chaleur, ce qui fait de la thermothérapie une méthode efficace pour réduire leur nombre sans nuire aux abeilles. Le défi consiste alors à déterminer la température et la durée de traitement appropriées pour y parvenir. Il a été observé qu'une température supérieure à 36°C peut inhiber la reproduction du varroa (Berg et Kablau, 2020). Dans certains pays comme l'Algérie et le Maroc, les populations de varroas sont naturellement plus faibles. D'autres expériences menées par John Harbo ont démontré que l'exposition des acariens à une température de 39 °C pendant 48 heures peut réduire considérablement leur nombre. Dans les ruches sombres, les abeilles augmentent leur chaleur

corporelle en battant des ailes pour abaisser la température de l'air. Cette augmentation de température est létale pour les acariens trachéaux, ce qui en fait un moyen efficace de contrôler leur population. (Houle, 2004).

5.3.Traitement par les molécules organique

a. L'acide formique :

Des études ont montré que le produit naturel connu sous le nom d'acide formique, que l'on peut trouver à diverses concentrations dans le miel, est efficace pour prévenir les acariens qui parasitent les abeilles (Giovenazzo, 2011).

Acide formique est une toxine naturelle qui provoque une acidose métabolique et inhibe le métabolisme respiratoire des varroas. été utilisé pour lutter contre *V. destructor*. Toutes les méthodes d'application utilisent les fortes volatilités de cet acide, qui provoquent l'accumulation de concentrations de vapeurs toxiques dans la colonie, l'application se fait souvent en dehors des périodes de miel, au printemps ou au début de l'automne (Giovenazzo, 2011).

b. L'acide oxalique

Il est répandu dans de nombreux végétaux, tels que les épinards, les betteraves rouges et la rhubarbe, que l'on trouve couramment dans le règne végétal. La concentration naturelle d'acide oxalique dans le miel varie considérablement et dépend de l'origine botanique du nectar. Le mécanisme exact d'action de l'acide oxalique en tant qu'acaricide n'est pas encore connu, mais chez les mammifères, il interfère avec la chaîne respiratoire mitochondriale et peut entraîner une toxicité rénale. Bien que cet acide soit généralement peu toxique pour les abeilles, il peut présenter des sensibilités variables selon les souches d'abeilles (Clémence, 2017).

c. L'acide lactique

Également connu sous le nom d'acide 2-hydroxypropanoïque, est une molécule hydrophile et non volatile. Comme l'acide oxalique, cette substance peut être utilisée comme une alternative aux produits chimiques synthétiques dans la lutte contre la varroase. Elle est considérée comme un traitement respectueux de l'environnement et d'origine naturelle (Giovenazzo, 2011).

Généralement, on l'applique sous forme de solution liquide, en pulvérisant les abeilles ou par sublimation, où elle est chauffée pour produire une vapeur qui pénètre dans la ruche. L'acide lactique agit en perturbant le cycle de reproduction des acariens Varroa, ce qui permet de réduire leur population au sein de la ruche. Cela contribue à maintenir la santé de la colonie d'abeilles et à prévenir les infestations graves (Giovenazzo, 2011).

Partie II

Matériel et méthode

Partie 2 : Matériels et méthodes

1. Objectif de travail

L'objectif principal de cette étude est de mesurer l'infestation du *parasite varroa destructor* chez l'abeille domestique *Apis mellifera* au cours de deux saisons (hiver et printemps) et d'analyser les différents indices parasitaires (prévalence, intensité et abondance) du varroa, ainsi que leur répartition, et l'interaction du parasite avec les facteurs influents (Température, Humidité et Altitude), dans a zone de la wilaya de Ghardaïa.

2. Etudes climatiques de la région de Ghardaïa

Les études des facteurs climatiques de la région de Ghardaïa ont été réalisées en collaboration avec la direction d'ONM et sur la base des études bibliographiques pour la détection des différents facteurs climatiques (la température, Précipitation, l'humidité relative et le vent).

. Une synthèse climatique a été effectuée (sur la base de ces données à afin de tracer le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année)

2.1.Représentation les facteurs climatiques de zone d'étude

Pour notre étude, nous avons retenu les variables suivantes : les températures, les précipitations, l'humidité, le vent et les données provenant de la station météorologique de l'Office National de la Météorologie (ONM) de la wilaya de Ghardaïa

2.1.1.Température :

Le tableau au-dessous représente la Températures moyennes mensuelles de la station de Ghardaïa (1998 -2018)

Tableau 1 :Températures moyennes mensuelles de la station de Ghardaïa (1998 - 2018)

(O.N.M., 2019).

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Juin	Juill	Aout
T_{min} °C	21,70	16,59	8,93	5,49	4,78	5,93	9,22	13,15	17,80	23,08	27,74	26,63
T_{Max} °C	38,79	34,38	26,96	21,29	21,05	23,02	28,29	33,67	37,69	42,58	45,65	43,60
T_{Moy} °C Mensuel	30,88	25,02	17,54	12,86	12,01	13,87	18,24	31,73	28,31	32,93	34,70	35,63

À partir du tableau ci-dessus, on peut observer que les températures moyennes les plus basses sont enregistrées pendant le mois de janvier, tandis que les températures moyennes les plus élevées sont observées en juillet

Le climat thermique du Sahara présente une certaine uniformité (Ozenda, 1991). Il est essentielle de ne pas négliger l'influence de la température à la surface du sol, qui revêt une importance cruciale du point de vue biologique. En effet, la quasi-totalité de la vie animale et végétale se développe dans le voisinage immédiat de la surface terrestre (Dubief, 1959). La température joue également un rôle très significatif dans la répartition des abeilles .

2.1.2. Précipitation

Nous avons obtenu une série pluviométrique de l'O.N.M. de Ghardaïa pour une période de 1998 -2018 voir tableau 1

Tableau 2: la précipitation moyennes mensuelles (P mm) de la station de Ghardaïa (1998 -2018) (O.N.M., 2019).

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Moyen Annuel	25,2	103,9	56,7	48,6	59,6	96,0	171,3	101,9	72,2	61,3	110.4
Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	/
Moyen Annuel	134,6	41,8	154,8	38,9	67,6	45,9	53,0	30,2	42,3	22,4	/

On remarque que la moyenne de précipitation annuelle est de 71,41mm, avec une grande divergence entre les valeurs. Les années les plus pluvieuses sont 2004, 2009 et 2011 avec un maximum de 171,3mm en 2004, et les années 2006 ,2007 et 2011 sont proches de la moyenne annuelle (71,41mm).

Les précipitations sont en générale faibles caractérisant les climats arides (Ramade, 1984).

2.1.3.Humidité relative

Le diagramme suivant représente L'humidité moyenne mensuelle de la région de Ghardaïa selon les donnes de (O.N.M., 2019).

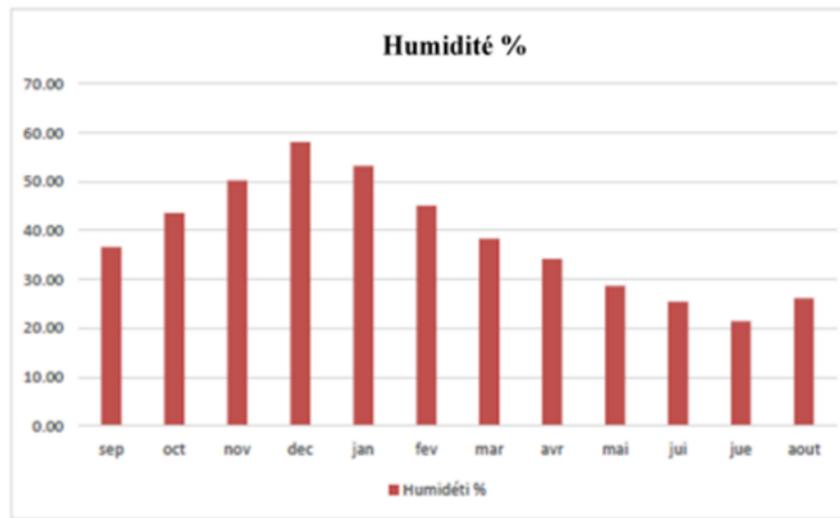


Figure16 : L'Humidité moyenne mensuelle de la région de Ghardaïa (O.N.M., 2019).

D'après la Figure, l'humidité moyenne de la région est à son minimum pendant le mois de juillet avec une valeur de l'ordre de 19.82% et au maximum pendant le mois de Décembre avec une valeur de 21.47%. On constate que l'humidité relative est très faible

L'humidité relative de l'air, également appelée degré hygrométrique, représente la proportion de vapeur d'eau présente dans l'air par rapport à la quantité maximale d'eau que l'air peut contenir à une température donnée. Au Sahara, l'humidité relative de l'air est très faible, ce qui signifie que la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air est bien en dessous de sa capacité maximale à cette température. En raison du climat sec et aride de la région, le Sahara est souvent caractérisé par une faible humidité relative, contribuant à son environnement sec et désertique. (Ozenda, 1983).

2.1.4. Vent

Les effets du vent sont omniprésents et se manifestent de diverses manières, notamment par le transport et l'accumulation de sable, la formation des dunes, la corrosion et le polissage des roches, ainsi que par une accentuation de l'évaporation. (Monod, 1925).

Le tableau suivant illustre Les vitesses moyennes mensuelles des vents (O.N.M., 2019).

Tableau3: Vitesses moyennes mensuelles des vents (O.N.M., 2019).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Vent (m/s)	21.03	27.34	17.27	17.77	17.18	19.29	19.68	12.36	22.27	22.15	21.27	22.71

On remarque que le maximum des vitesses est enregistré au mois d'Octobre (27.34) et le minimum au mois de Janvier (17.18). La vitesses moyenne mensuelle des vents de la station est de 20,02 m/s.

2.2 Synthèse climatique

2.2.1 Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Sur la base des données de précipitations et de températures, nous avons le Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN qui nous permet de distinguer la période sèche (P.S) durant toute l'année pendant 20 ans.

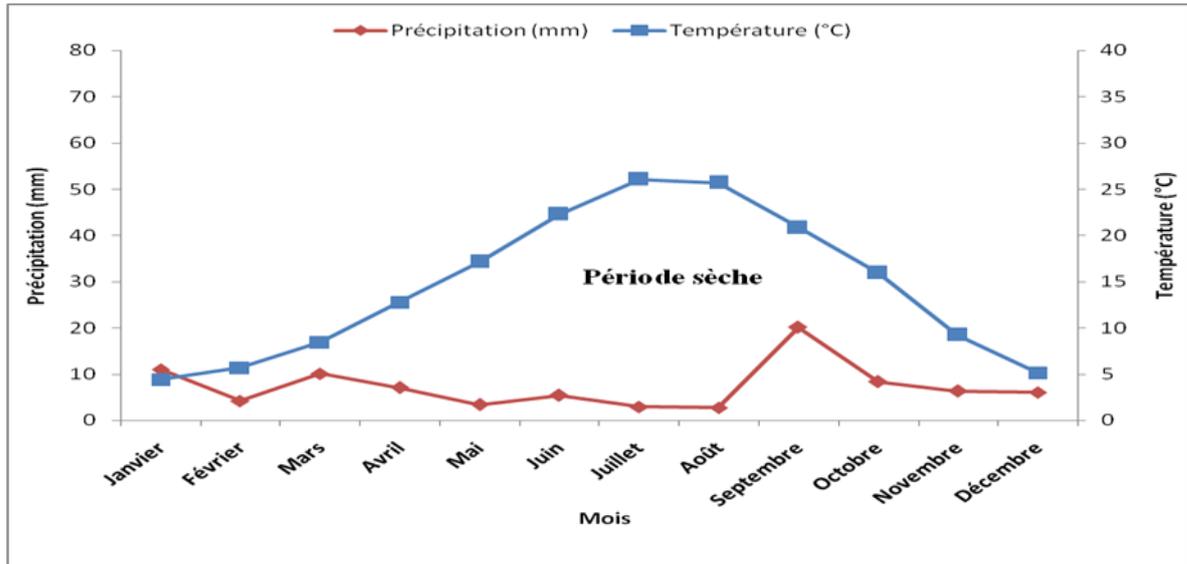


Figure 17 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS de la région de Ghardaïa (1998 -2018) (O.N.M., 2019).

Selon le diagramme ombrothermique de Gausсен de la région d'étude, on constate qu'il y a une période sèche qui s'étale sur toute l'année (12 mois).

La région de Ghardaïa présente un climat typiquement saharien, avec deux saisons distinctes : une saison chaude et sèche s'étendant d'avril à septembre, et une saison tempérée de d'octobre à mars. Une caractéristique notable de ce climat est la grande différence de températures entre l'été et l'hiver (A.N.R.H.,2007).

2.3.Végétation

Le climat saharien et le faible taux de pluviométrie, réparti de manière irrégulière tout au long de l'année, sont les principaux facteurs qui exercent une influence significative sur la flore de la région de Ghardaïa. En raison de ces conditions climatiques spécifiques, la flore saharienne est considérée comme étant relativement pauvre en termes de diversité d'espèces, en comparaison avec l'immensité de la surface couverte par ce désert (Ozenda, 1983). Dans l'annexe l'inventaire des espèces floristique dans la région de Ghardaia

2.4 .Présentation des sites d'études

Notre échantillonnage a été réalisé dans huit sites localisées dans la wilaya de

Ghardaïa (figure N°18) qui sont : Zelfana, Metlili, Hassi fehal, El Guerarra, Berraine, Sebseb, Ghardaïa, Dhayet bendhahoua (tableau4) .

Tableau4 : Données relatives aux sites d'études

Caractères Le site	Localisation par a apport au centre de Ghardaïa	Les échantillons	Altitude (m)
Zelfana	Est	Z1	350
		Z2	348
Metlili	Sud	M1	503
Hassifehal	Sud	F1	379
El Guerarra	Nord- est	G1	382
		G2	327
Berraine	Nord	B1	541
Sebseb	Sud	S1	389
		S2	479
Ghardaia	Centre ville	H1	527
Dhayet ben dhahoua	Nord-ouest	D1	524



Figure 19 : Abeille tellienne (*Apis mellifera itermessa*), (Kerbastard, 2020)

3.2. Varroa

La *Varroa destructor* est un acarien responsable de la Varroase, une maladie parasitaire externe qui affecte les colonies d'abeilles, tant les abeilles adultes que le couvain. Cet acarien affaiblit les abeilles adultes en se nourrissant de leur hémolymphe, ce qui les rend plus susceptibles de contracter d'autres maladies, notamment des infections virales (Mondet et *al.*, 2016).

4. Méthodologie

4.1. Mode d'échantillonnage des abeilles

Pour notre étude, nous avons inclus 8 sites et 11 ruchers. Pour chaque rucher, nous avons effectué un échantillonnage aléatoire d'abeilles adultes, en mesurant la température, l'humidité et l'altitude. Les échantillonnages ont été réalisés au cours de deux saisons, l'hiver et le printemps.

4.1.1 Sur le terrain

Les abeilles ont été prélevées manuellement puis placées vivantes dans une boîte soigneusement fermée. Durant ce processus, nous avons effectué des mesures de la température, de l'humidité et de l'altitude.

4.1.1.1 Questionnaire

Dans le but de faciliter la collecte de données pour cette étude, nous avons interrogé 11 apiculteurs des zones de la région de Ghardaïa à l'aide d'un questionnaire structuré (l'annexe).

Le questionnaire a principalement porté sur les éléments suivants :

- des renseignements concernant l'apiculteur.
- la conduite générale du rucher.
- le respect des normes d'élevage et l'orientation des ruches.
- la production (miel, pollen, propolis, gèle, cire,etc.)
- les symptômes et les maladies observés.
- les traitements effectués.

Notre étude a débuté le février 2023 et a continué jusqu'au Mai 2023, touchant différents ruches appartenant à des apiculteurs de la wilaya de Ghardaïa.

La première étape consiste à collecter un maximum d'informations afin d'établir une collaboration avec les apiculteurs, ce qui était essentiel pour mener à bien notre travail.

Nous avons commencé par examiner la population générale des ruches en recherchant d'éventuelles malformations, lésions ou la présence d'acariens. Les prélèvements ont été effectués à l'intérieur et à l'extérieur des ruches, sur des cadavres, ainsi que sur des sujets vivants où les échantillons ont été prélevés de manière aléatoire. Ces échantillons ont ensuite été placés dans des boîtes hermétiquement fermées et numérotées. Nous avons également relevé la température, l'humidité et l'altitude lors de ces prélèvements.

4.2.1 Sur le laboratoire

Nous avons suivi deux méthodes

4.2.1.1 Méthode directe

Dans le cadre de notre étude, nous avons effectué un examen direct sous une loupe pour rechercher la présence des varroas accrochés aux corps des abeilles. Cette méthode nous a permis de détecter visuellement la présence de ces acariens sur les abeilles et d'évaluer leur infestation.



Figure 20 : examen direct de l'abeille sous une loupe (Photos originales, 2023).

4.2.1.2. Méthode indirecte (sucre glace)

La méthode décrite par Dietemann et *al.* (2013) pour le prélèvement et le comptage des varroas se déroule en plusieurs étapes.

Tout d'abord, environ 200 abeilles sont prélevées sur un cadre de couvain ouvert à l'aide d'un gobelet de 100 ml. Il est important de veiller à ce que la reine ne soit pas incluse dans le prélèvement.

Les abeilles sont ensuite transférées dans un bocal muni d'un couvercle grillagé, qui est refermé hermétiquement. Pour faciliter le comptage ultérieur, une à deux cuillères à soupe bombées de sucre glace sont ajoutées à travers le couvercle grillagé. Le bocal est délicatement secoué pour répartir uniformément le sucre glace sur les abeilles, puis il est laissé en repos pendant une minute. Ensuite, le bocal est retourné au-dessus d'un plateau blanc et secoué pour faire tomber les varroas et le sucre glace. Il est important de faire attention au vent qui pourrait disperser les varroas. Cette opération est répétée une deuxième fois pour garantir un prélèvement complet. Les varroas sont ensuite comptés dans le sucre glace, éventuellement avec l'aide d'une loupe pour faciliter le comptage.

Pour faciliter encore plus le comptage, un peu d'eau peut être ajouté sur le plateau afin de dissoudre le sucre. Cette méthode permet de collecter et de quantifier les varroas présents sur les abeilles, fournissant ainsi des informations précieuses pour évaluer l'infestation de varroa au sein d'une colonie d'abeilles (figure 21).



Figure21 : Principales étapes de la méthode du sucre glace (1) échantillon des abeilles ;(2) Ajout de sucre glace ; (4) secouer le bocal (Photos originales, 2023).

4.3 Les conditions d'échantillonnage

Les deux tableaux mentionnent les sites d'échantillonnage des abeilles, ainsi que les conditions environnementales (température, humidité) et le nombre d'abeilles échantillonnées pendant la période d'étude (hiver et printemps)

4.3.1. l'échantillonnage hivernal :

Tableau 5: Résultats du varroa dans la période hivernale

Site	Date	Ech	Quantité	Male	Humidité(%)	Température (C°)	Varroa
Ghardaia	5/2/2023	H1	61	5	27.2	16.9	0
Zelfana	17/2/2023	Z1	50	3	31.9	18.4	0
	18/2/2023	Z2	30	4	34.2	15.6	0
Metlili	15/3/2023	M1	6	0	20	22	0
Guerarra	25 /2/2023	G1	16	0	30	18	0
	19 /3/2023	G2	113	10	30.3	22	0
Dhayet bendhahoua	15/2/2023	D1	50	5	64	9	2
Hassifehal	26/2/2023	F1	105	25	30	15.2	1
Berrian	20/2/2023	B1	250	20	33.1	13	2
Sebseb	21/2/2023	S1	30	4	25.4	14.2	2
	22/2/2023	S2	146	36	24.7	14	0
Totale			857				

4.3.2. L'échantillonnage prévernal :

Tableau 6: Résultats du varroa dans la période prévernal

Site	Date	Ech	Quantité	Male	Humidité(%)	Température (C°)	Varroa
Ghardaia	10/5/2023	H1	80	3	13	26	0
Zelfana	16/5/2023	Z1	95	4	25	20	0
	16/5/2023	Z2	76	0	23.5	24	0
Metlili	15/5/2023	M1	20	0	24	15	0
Guerarra	06/5/2023	G1	70	0	13	31	0
	17/5/2023	G2	140	10	29	18	0
Dhayet bendhahoua	11/5/2023	D1	115	11	15	33	1
Hassifehal	08/5/2023	F1	204	33	19	26	0
Berrian	09/5/2023	B1	160	18	30	23	0
Sebseb	12/5/2023	S1	87	4	15	26	0
	13/5/2023	S2	150	27	17	23	0
Totale			1197				

5 Estimation des indices parasitaires

5.1 Prévalence (P)

Le rapport en pourcentage du nombre d'hôtes infestés (N) par une espèce spécifique de parasites sur le nombre d'abeilles examinées (H) peut être calculé comme suit :

$$P(\%) = (N / H) \times 100.$$

Ce pourcentage représente la proportion d'abeilles infestées par rapport à l'ensemble des abeilles examinées. (rouad-ziane et *al.*, 2007).

5.2 Intensité parasitaires (I%)

Correspond au rapport du nombre total d'individus d'une espèce parasitaire (n) dans un échantillon d'hôtes infestés (N) dans l'échantillon. Cela représente le nombre moyen d'individus d'une espèce parasitaire par hôte parasité dans l'échantillon (Rouad-ziane et *al.*, 2007).

$$I = n / N * 100$$

Selon Blahoua et al. (2009), les seuils d'intensité parasitaire sont définis comme suit :

- $I \% < 10$: intensité moyenne est très faible,
- $10 < I \% < 50$: intensité moyenne est faible,
- $50 < I \% < 100$: intensité moyenne est moyenne
- $I \% > 100$: intensité moyenne est élevée.

5.3 Abondance (AB)

est définie comme le rapport entre le nombre total d'individus d'une espèce parasite (n) dans un échantillon d'hôtes et le nombre total d'hôtes (N) (qu'ils soient parasités ou non) dans l'échantillon examiné (Blahoua et *al.*, 2009).

$$AB = n / N$$

6. Analyse statistique

Les résultats sont enregistrés dans un fichier Excel 2007 afin de réaliser des graphiques. Pour calculer la prévalence, l'intensité.

Partie III

Résultats et discussion

Partie 03 : Résultats et Discussion

Cette étude a été effectuée pour objectif d'évaluer l'infestation des abeilles domestiques par le varroa en hiver et en printemps avec l'analyser les différents indices parasitaires (prévalence, intensité et abondance)

1. **Caractéristiques des populations étudiées**

2054 abeilles ont été prélevés de l'espèce *Apis mellifera* (tous sont adultes) répartis 8 sites et sur 11 ruchers.

Le premier échantillonnage dans l'hiver est effectué de janvier à mars, Pour chaque rucher on a échantillonné aléatoirement entre 6 à 250 abeilles, soit en totale de 857 individus.

Le deuxième échantillonnage dans le printemps est effectué 6 à 17mai, le nombre totale des échantillons est 1197 individus.

a. Conditions d'échantillonnage

L'échantillonnage des abeilles a été effectué avec mesure des conditions environnementales (température, humidité) et enregistrement du nombre d'abeilles échantillonnées pendant la période d'étude (hiver et printemps)

La détermination de maladie de varroa s'est basée sur l'examen des abeilles par un examen direct sous une Loupe et la méthode indirecte (méthode de Sucre glace)

2. **Observation**

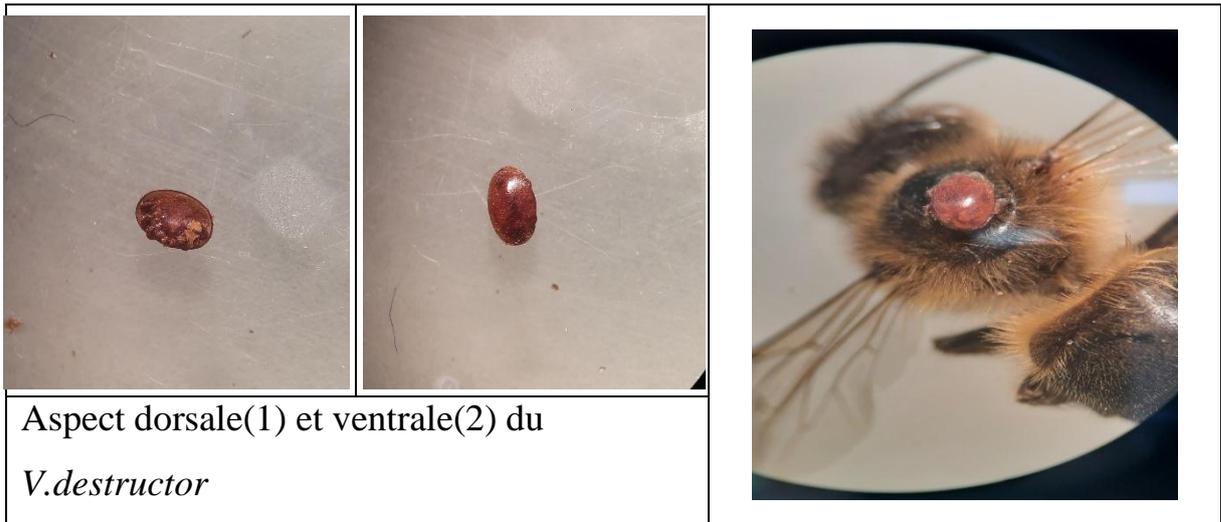


Figure 22 : Varroa destructor (photo originale, 2023).



Figure 23 : Abeilles tellienne (photo originale, 2023).

3 Calcul de indices parasitaires (les unités épidémiologiques des abeilles)

Après le calcul des indices parasitaires totaux (la prévalence, l'intensité et l'abondance). Les résultats obtenus mentionnés dans le tableau suivant :

3.1 Echantillonnage hivernal

Le résultat de premier échantillonnage avec le calcul des indices parasitaires regroupés dans le tableau suivant

Tableau7 : Indices parasitaires totaux de différents sites

	N.A	N.A.P	N.V	I%	P%	AB
Ghardaia	61	0	0	ND	0	0
Zelfana	80	0	0	ND	0	0
Metlili	6	0	0	ND	0	0
Guerarra	129	0	0	ND	0	0
Dhayet bendhahoua	50	2	2	100	4	0.04
Hassifehal	105	1	1	100	1	0.009
Berrian	250	2	2	100	1	0.008
Sebseb	176	2	2	100	1	0.011
Total	857	7	7	/	1	0.0081

Les résultats obtenus montrent que l'abondance totale chez les abeilles est (0.0081). Pour la prévalence et sont de l'ordre de 1 % (tableau 7). Et pour la prévalence de chaque sites durant tout la période de prélèvement, est différent d'un site a un autre. On a relevé la prévalence au niveau des ruches situés dans la zone de Dhayet bendhahoua avec un pourcentage (4 %), suivi par un pourcentage de l'ordre de 1 % pour les zones Hassifehal, Berriane et Sebseb, tandis que la prévalence est nulle pour le reste des échantillons.

3.2 Echantillonnage prévernal

Les indices parasitaires de deuxième échantillonnage selon les 11 ruches de chaque site sont indiqués dans le tableau suivant.

Tableau8: indices parasitaires totaux de différents sites.

	N.A	N.A.P	N.V	I%	P%	AB
Ghardaia	80	0	0	ND	0	0
Zelfana	171	0	0	ND	0	0
Metlili	20	0	0	ND	0	0
Guerarra	210	0	0	ND	0	0
Dhayet bendhahoua	115	1	1	100	1	0.0086
Hassifehal	204	0	0	ND	0	0
Berriane	160	0	0	ND	0	0
Sebseb	237	0	0	ND	0	0
Totale	1197	1	1	ND	1	0.0008

Les résultats obtenus indiquent que les trois indices parasitaires totaux dans la plupart des sites étudiés sont tous égaux à zéro. Cependant, dans la zone de Dhayet bendhahoua, une prévalence totale de l'ordre de 1 % et une abondance totale de 0.0086 ont été observées chez les abeilles. De plus, l'intensité parasitaire totale dans cette zone était de 100 %.

4. Prévalence parasitaires

L'étude de la prévalence des parasites a été réalisée en analysant le pourcentage de présence de *Varroa* chez les abeilles dans chaque site. La somme totale des infestations par *Varroa* représente une valeur de 7 %, permettant ainsi de comparer les niveaux d'infection entre les différents sites. Avec la mensuration de trois paramètres (L'altitude, la température et l'humidité).

4.1 Etude des prévalences parasitaires pour le première échantillonnage de l'hiver

4.1.1 Prévalence parasitaire selon les sites

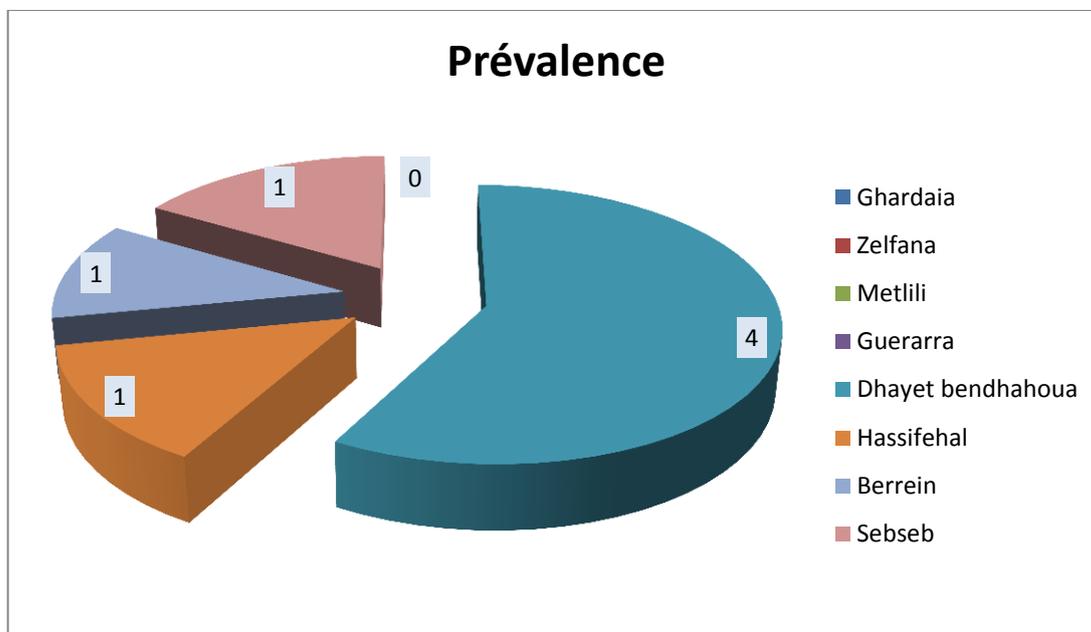


Figure24 : Prévalence individuelle du varroa selon les sites

Les résultats obtenus mettent en évidence la prévalence parasitaire dans différents sites. Les pourcentages de prévalence dans les sites de Hassifehal, Berriane et Sebseb sont tous égaux à 1%, tandis que le site de Dhayet Bendhahoua présente un taux de prévalence plus forte, à seulement 4%.

4.1.2 Prévalence parasitaires selon l'altitude

La répartition du taux de prévalence de varroa chez les abeilles selon l'altitude de chaque site (figure 25).

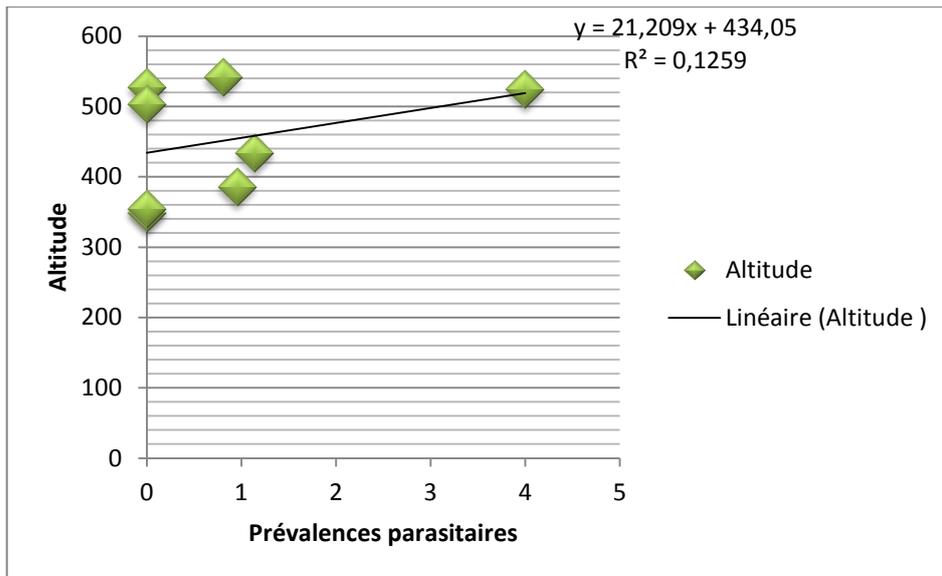


Figure 25 : prévalences parasitaire selon l'altitude

Le diagramme illustre la relation directe entre la prévalence de varroa et le paramètre de l'altitude. Il met en évidence une relation linéaire croissante, où l'augmentation de l'altitude est associée à une augmentation du taux d'infection par varroa.

4.1.3 Prévalence parasitaire selon L'humidité

La répartition du taux de prévalence de varroa chez les abeilles selon l'humidité de chaque site (figure 26).

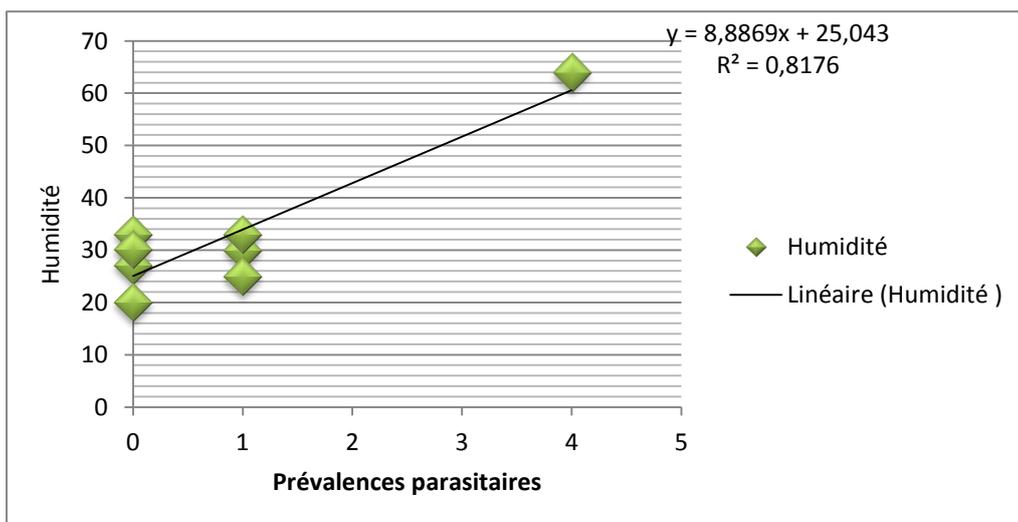


Figure 26 : prévalence parasitaires selon l'humidité

L'étude de la répartition de *Varroa destructor* chez les abeilles dans différents sites révèle l'existence d'une relation entre l'humidité et la prévalence du parasite. Plus précisément, nous constatons une augmentation proportionnelle du taux de diffusion de *Varroa destructor* à mesure que l'humidité augmente.

4.1.4 Prévalences parasitaires selon la température

En fonction de la température et la diversité de taux Prévalences parasitaires de chaque site.

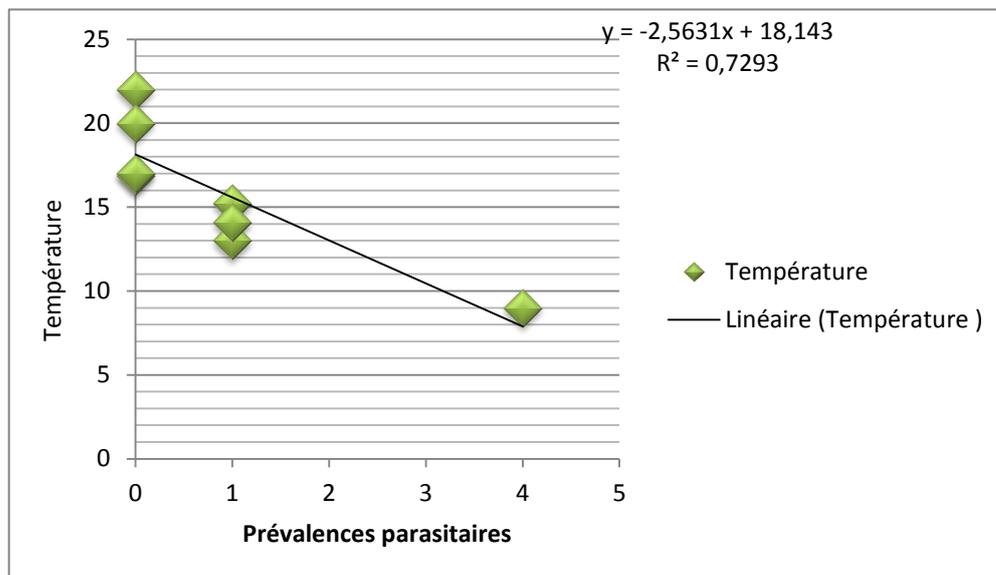


Figure 27 : prévalences parasitaire selon la température.

Le graphique représente la relation entre la prévalence parasitaire et la température dans chaque région. Il montre clairement que lorsque la température augmente, le taux de diffusion des parasites diminue. Ainsi, il existe une relation inverse entre la température et le taux de diffusion parasitaire..

4.2 Etude les prévalences parasitaires pour le deuxième échantillonnage selon le printemps

4.2.1 Prévalences parasitaires selon les sites

8 sites analyses pour la présence de *Varroa destructor*

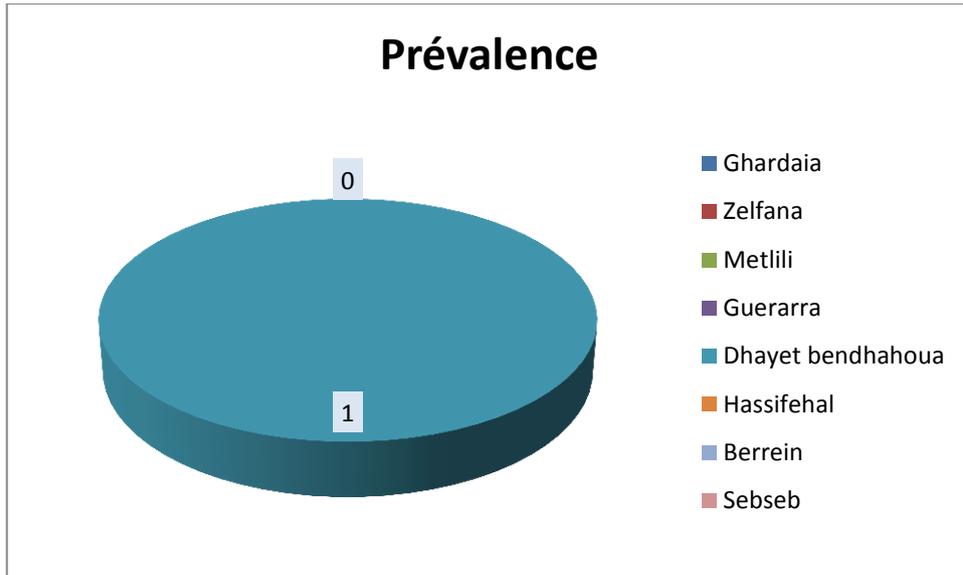


Figure 28 : Prévalences parasitaire selon les sites

Dans le cas des sites étudiés, on remarque que le pourcentage du cercle proportionnel représente 1% pour la commune Dhayet bendhahoua, car elle est la seule zone touchée parmi les autres régions.

4.2.2 Prévalence parasitaires selon l'altitude

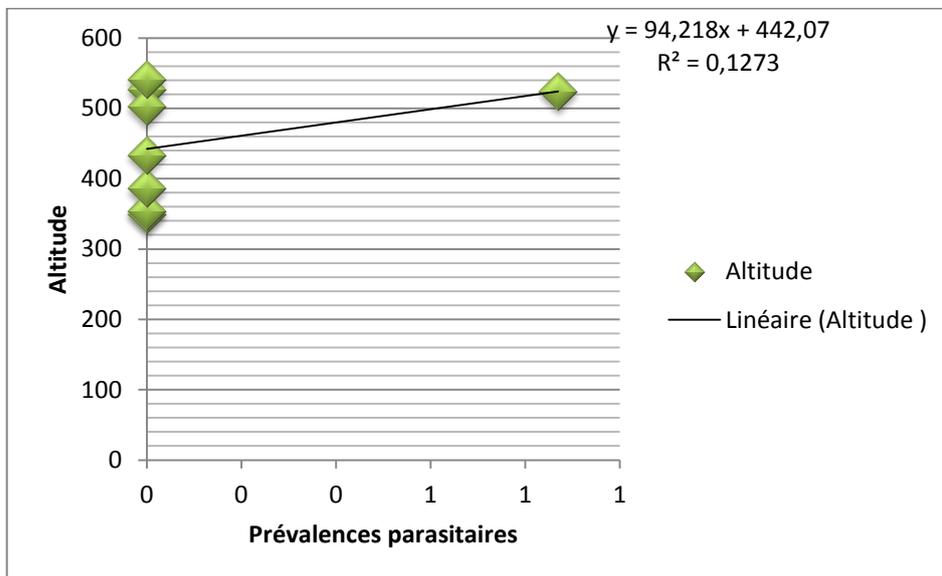


Figure 29: Prévalences parasitaires selon l'altitude

Selon la courbe, on peut remarquer que l'augmentation de l'altitude est associée à une augmentation du taux d'infection par varroa.

4.2.3 Prévalence parasitaire selon L'humidité

Le schéma suivant est en fonction de l'humidité et la prévalence partiare

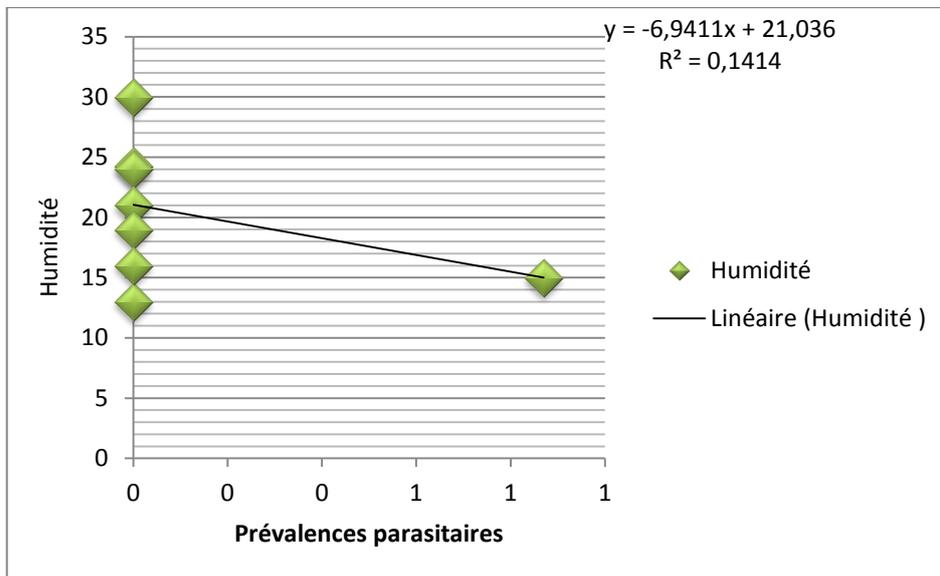


Figure 30 : prévalences parasitaire selon l'humidité

D'après la figure 30 , on constate une relation directe entre l'humidité et le degré de prévalence parasitaire sur la courbe. En effet, lorsque l'humidité est plus faible, la prévalence parasitaire taux diminue également.

4.2.4 Prévalences parasitaires selon la température

La répartition du taux de prévalence de varroa chez les abeilles selon la température de chaque site.

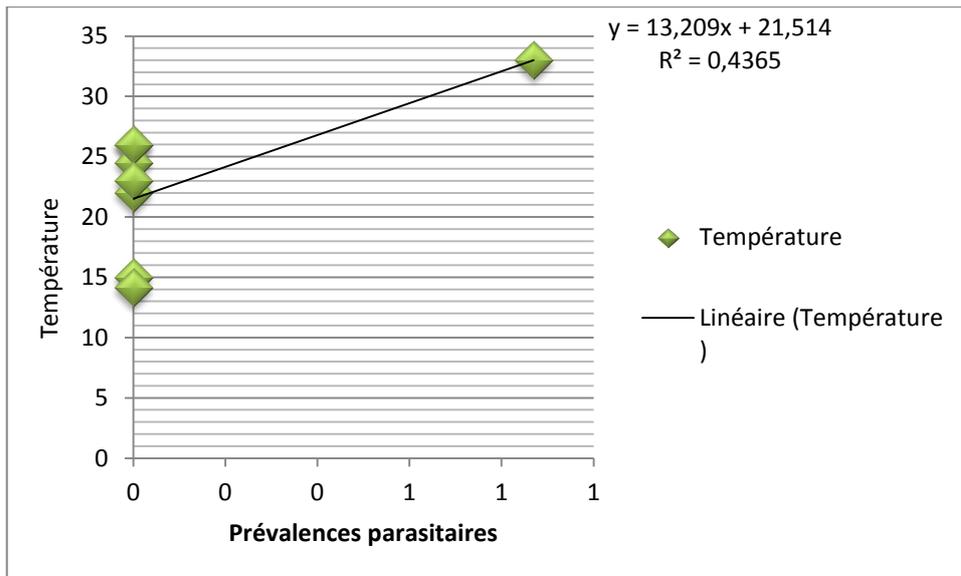


Figure31 : Prévalences parasitaires selon la température

Le graphique ci-dessus représente le taux de diffusion du varroa en fonction de la température. La prévalence parasitaire est augmentée à une température de 33°C.

Après l'étude, nous avons obtenus les résultats des indices parasitaires (la prévalence, l'intensité, l'abondance), il n'y a pas d'infestation proprement dit dans les deux saisons (hiver, printemps), tous les résultats sont presque nuls.

La figure suivante présente les trois indices parasitaires en fonction de saison pour la région de Dhayet bendhahoua

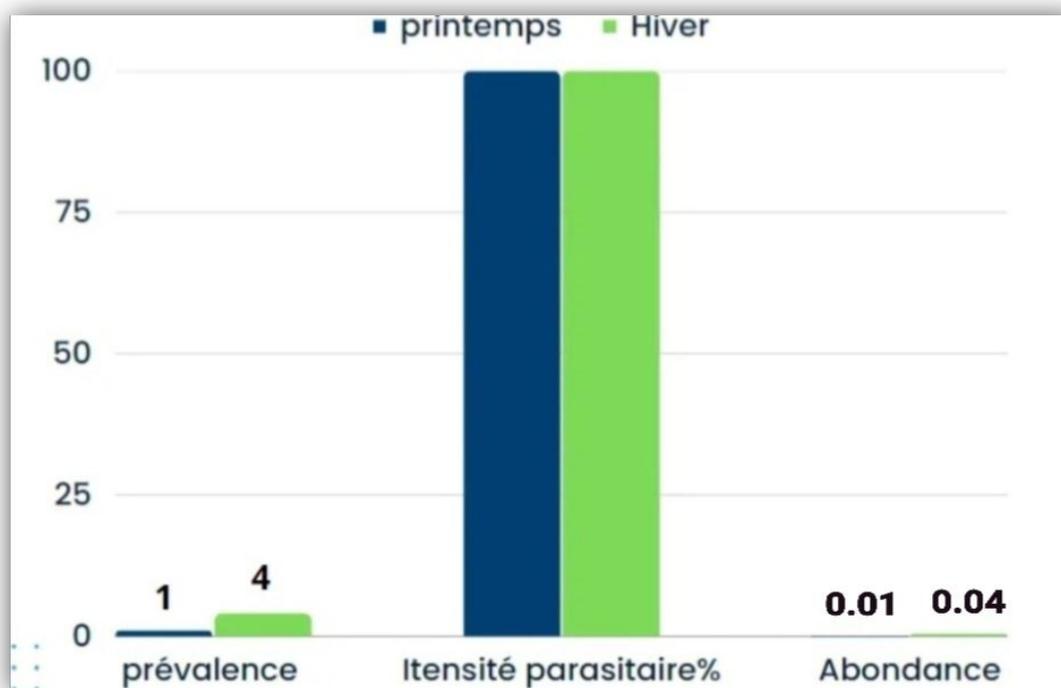


Figure 32 : Trois indices parasitaires en fonction de saison pour la région de Dhayet bendhahoua

5. Discussion

Il est en effet difficile d'attribuer une seule cause à la faible prévalence et abondance de *Varroa* dans la région. Les facteurs de risque sont multiples et souvent interagissent entre eux (Bailey, 1962). Parmi les principales raisons qui peuvent expliquer ces résultats, il y a tout d'abord les conditions climatiques de la région qui ne sont pas favorables au parasite. De plus, les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* présentes un caractère très agressif. Une autre raison de la faible prévalence et abondance de *Varroa* est la carence en pollen ou la diminution des sources alimentaires pendant l'hiver. Cela peut nuire aux abeilles, car une alimentation adéquate en pollen est essentielle pour leur développement, leur immunité et leur résistance aux maladies. Les études de Colin (1989) sont montrées que la diminution de la diversité florale pendant les périodes de sécheresse peut favoriser l'apparition de maladies chez les abeilles, le pollen est une source importante de protéines, de vitamines et de minéraux essentiels pour la croissance et la santé des abeilles. Il est important de souligner que le développement de *Varroa* est étroitement lié à

l'évolution biologique de son hôte, c'est-à-dire les abeilles (Berkani-Ghalem., et *al* 2013).

Prévalence parasitaire selon les sites

Lors de notre étude sur l'infestation au niveau de chaque site, nous avons observé des taux de prévalence parasitaire remarquables lors de la saison hivernale dans les sites de Hassifehal, Berriane et Sebseb, avec des prévalences de 1% et de 4% pour de Dhayet Bendhahoua. En revanche, lors de la saison printanière, seule le site de Dhayet Bendhoua a été infestée. Des études réalisées dans le nord ont également relevé des variations dans les taux d'infestation des abeilles entre trois régions déférentes, une diminution de l'infestation en allant du nord vers le sud (Berkani-Ghalem., et *al* 2013). Ces résultats peuvent être attribués aux pratiques apicoles mises en place par les apiculteurs, notamment en ce qui concerne l'alimentation des abeilles, les traitements et les conditions de vie appropriées pour les abeilles.

Prévalence parasites selon l'altitude

Les résultats de l'étude montrent une variation de la prévalence de *Varroa destructor* en fonction de l'altitude. Le site de Dhayet Bendhoua présente une infestation de 100 % par Varroa, dont 2 en hiver et 1 en printemps. Les autres sites, tels que Sebseb , Berriane et Hassifehal, sont infestés par 2, 2 et 1 Varroa respectivement pendant la période hivernale. Selon l'étude parallèle de Moretto et *al.*, (1991), Dans le cas de cette étude, le site situé à une altitude de 386m présente la plus faible infestation, tandis que le rucher situé à 524m présente une infestation relativement plus élevée. Ces observations suggèrent qu'il existe une corrélation entre l'altitude et la prévalence de Varroa chez les abeilles. Les régions plus chaudes et de plus basse altitude peuvent offrir des conditions moins favorables à la survie et à la propagation de Varroa, ce qui se traduit par une infestation plus faible. En revanche, les régions plus fraîches et de plus haute altitude peuvent présenter des conditions plus propices à l'infestation par Varroa.

Prévalence parasites selon Température

Pendant la saison hivernale, nous avons constaté une faible répartition de Varroa en fonction de la température, avec seulement 7 Varroas présents. Ce nombre a ensuite diminué à 1 Varroa au printemps. Le climat et la phénologie sont deux

facteurs importants qui influencent la dynamique des populations de Varroa. Une observation importante est que des températures supérieures à 37°C, principalement dans les zones climatiques semi-arides et arides entre mai et fin août, ont un effet d'éradication sur cet ectoparasite. Cela suggère que les populations de Varroa ont tendance à diminuer au fil des années. Selon Houle (2004), des expériences ont été menées pour étudier l'utilisation de la chaleur contre Varroa, en cherchant à déterminer la température et la durée de traitement nécessaires pour réduire le nombre d'acariens sans nuire aux abeilles, car Varroa est très sensible à la chaleur. Une température supérieure à 36°C compromet la reproduction de Varroa. Des expériences réalisées en Louisiane, aux États-Unis, ont démontré qu'une température de 39°C pendant 48 heures permettait de réduire considérablement les populations de Varroa (USDA, 1993)

Prévalence parasitaire selon L'humidité

La répartition du taux de prévalence de Varroa chez les abeilles en fonction de l'humidité de chaque site a révélé une relation étroite entre l'humidité et le taux d'infestation parasitaire. La faible prévalence de Varroa observée dans la région de Ghardaïa peut être attribuée à des facteurs qui influencent la résistance des abeilles, tels que les caractéristiques climatiques de la région, qui sont plutôt sèches et peu humides. Cette condition peut favoriser la défense contre Varroa, car des taux plus élevés d'humidité peuvent créer un environnement plus favorable à la prolifération de cet ectoparasite (Calderon., et *al* 2010).

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

L'objectif principal de la présente étude est d'évaluer l'évolution de la population de *Varroa destructor*, un acarien parasite, au sein des colonies d'abeilles de l'espèce *Apis mellifera intermissa* dans la région de Ghardaïa.

Au sein d' onze ruchers, sur 8 sites et pendant deux sorties effectuées en deux saisons hiver et printemps, nous avons examiné la présence et l'infestation du parasite Varroa dans les colonies d'abeilles adultes.

A l'issue de cette observation, nous déduisons que le développement du parasite Varroa peut varier d'un rucher à un autre, probablement en raison de facteurs intrinsèques et extrinsèques propres à chaque colonie d'abeilles. Ces facteurs peuvent inclure la génétique des abeilles, la résistance naturelle, la densité de population, la gestion apicole, l'environnement local, les pratiques de lutte contre les parasites, entre autres. Il est donc important de prendre en compte ces facteurs spécifiques à chaque colonie pour comprendre et gérer efficacement l'infestation par Varroa.

Selon l'étude menée par Garcia-Fernandez et *al*, (1995), ils ont mentionnés que la pression parasitaire de *Varroa destructor* est plus élevée pendant la saison du printemps, qui correspond à une période de forte activité pour les abeilles. Cette période est caractérisée par une abondance de ressources alimentaires à l'intérieur de la ruche, ce qui favorise la multiplication du parasite, en particulier lorsque les conditions externes sont favorables. Cependant, les résultats de notre étude vont à l'encontre de cette observation. Malgré la saison printanière, nous avons constaté des niveaux de parasitisme de Varroa relativement faibles dans les colonies d'abeilles étudiées. Cela peut s'expliquer par des facteurs spécifiques à la région de Ghardaïa, tels que des conditions environnementales particulières dont des températures élevées et une faible humidité. Ces conditions climatiques défavorables sur le développement du parasite Varroa.

D'après les résultats de notre étude et la déclaration du service d'agriculture, on a conclu que la région de Ghardaïa présente un taux faible de parasitisme par Varroa. Cela suggère que les colonies d'abeilles dans cette région sont moins affectées par l'infestation de Varroa par rapport à d'autres régions. Mais, il est important de

continuer à surveiller et à prendre des mesures de gestion appropriées pour maintenir ce faible taux de parasites et protéger la santé des colonies d'abeilles dans la région de Ghardaïa.

En perspectives, il serait intéressant :

- Elargir la période d'étude et augmenter le nombre de ruchers inclus dans l'étude pour bien cerner les populations de varroa sur l'ensemble des saisons au fil de quelques années.

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

- **Adjlane, N.** (2012). *Etude des principales maladies bactériennes et virales de l'abeille locale Apis mellifera intermissa dans la région médio-septentrionale de l'Algérie* (Doctoral dissertation).
- **Adjlane, N., Doumandji, S. E., & Haddad, N.** (2012). Situation de l'apiculture en Algérie: facteurs menaçant la survie des colonies d'abeilles locales Apis mellifera intermissa. *Cahiers Agricultures*, 21(4), 235-241.
- **Anderson, D. L. & Trueman J. W. H.** (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari:Varroidae) is more than one species. *Exp. Appl. Acarol*, vol.24,p. 165-189.
- **Aribi, A., & Cheradid, H.** (2020). Impact des insecticides sur la physiologie des abeilles domestiques (Hymenoptera, Apidae).
- **Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., & Le Conte, Y.** (2010). Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology letters*, 6(4), 562-565.
- **Baguira, H.** (2020). Étude de développement du couvain d'abeille domestique Apis mellifera intermissa: Synthèse bibliographique (Doctoral dissertation, Université Mohamed Boudiaf-M'sila).
- **Belaid M. et Doumandji S.** , (2010). Effet du *Varroa destructor* sur la morphométrie alaire et sur les composants du système immunitaire de l'abeille ouvrière Apis mellifera intermissa. *Le banese Science Journal*, Vol. 11, No. 1, Algérie. 84 – 90 p
- **Bailey L.** (1962). *Bee diseases. Report of the Rothamsted experimental station for 1961.* Harpenden (United Kingdom)
- **Berkani-Ghalem, Z., Hami, H., & Laid, B. M.** (2013). Variations in the dynamics of development of *Varroa destructor* populations from the effects of climate in northern Algeria. *Silva Lusitana*, 21(2), 219-234.
- **Bhokray, K.** (2016). *Artificial Bee Colony Optimization*
- **Biri M.** (2011). *Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture (7ème édition).* Paris: de Vecchi.
- **Blahoua K. G., N. Douba V., Kone T. et Kouassi N.G.J.** (2009). Variations saisonnières des indices épidémiologiques de trois Monogènes parasites de

- Sarothé rodonmel Anotheron (Pisces :Cichlidae) dans le lac d'Ayamé I (Cote d'Ivoire).sciences et nature,vol.6, n. 1, p. 39 -47
- **Boelens, G.** (2022). La loque européenne due à *Melissococcus plutonius* chez les abeilles domestiques *Apis mellifera* en Belgique.
 - **Bouakaz, K., Tiab, H., & Merzoug, D.** (2021). Organisation des Sociétés d'abeilles.
 - **Boulfekhar, K. Et Boulfekhar, H.** (2004). Bioécologie De *Varroa Destructor Jacobsoni* (acarivarroidae) Agent Causal De La Varroïtose De L'abeille (*Apis Mellifera*) [Autre, École Nationale Supérieure Vétérinaire - Alger].
 - **Bouree, P.** (1994). Aide-mémoire de parasitologie et de pathologie tropicale, 2ème édition Médecine-sciences Flammarion. *Paris*, 3.88, 371-374.
 - **Bush AO, Fernández JC, Esch GW, Seed JR,** (2001). Parasitism: the diversity and ecology of Animal parasites. Cambridge : Cambridge Université Press
 - **Cakmak, İ ., Aydin, L., Gulegen, E., & Wells, H.** (2003). *Varroa* (*Varroa destructor*) and tracheal mite (*Acarapis woodi*) incidence in the Republic of Turkey. *Journal of Apicultural research*, 42(4), 57-60.
 - **Calderón, R. A., Van Veen, J. W., Sommeijer, M. J., & Sanchez, L. A.** (2010). Reproductive biology of *Varroa destructor* in Africanized honey bees (*Apis mellifera*). *Experimental and Applied Acarology*, 50, 281-297.
 - **Chahbar, N., & Hamadi, K.** (2021). Les abeilles domestiques locales et l'environnement. Un modèle parfait pour la sensibilisation environnementale
 - **Chaker, L., & Azizi, N.** (2021). *Etude de taux d'infestation du couvain d'abeilles domestiques Apis mellifera intermessa par le parasite Varroa destructor dans la région de Tizi-Ouzou* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
 - **Chauvin, R.** (1961). Travaux des stations de bures-sur-yvette et de montfavet en 1960. *Les Annales de l'Abeille*, 4(2), 159-170.
 - **Colin.** 1989. La varroase. Ministère de l'Agriculture, Direction de la Qualité, Services vétérinaires, Laboratoire national de pathologie des petits ruminants et des abeilles 63 , avenue des Arènes, 06000 Nice (France). 1189 p.
 - **Dadoun, N.** (2021). *Effets combinés de la varroase (varroa destructor) et de la nosérose (nosema sp) sur le déclin de l'abeille saharienne apis mellifera*

- sahariensis* (Doctoral dissertation, Université M'hamad Bougara: Faculté des Sciences).
- **Dainat, B., Ken, T., Berthoud, H., & Neumann, P.** (2009). The ectoparasitic mite *Tropilaelaps mercedesae* (Acari, Laelapidae) as a vector of honeybee viruses. *Insectes sociaux*, 56, 40-43.
 - **Defavaux, M.** (1984). Les acariens et les insectes parasites et prédateurs des abeilles *Apis mellifera intermissa* en Algérie. *Bull. Zool. agric. INA n°8* pp., 13-21
 - **Delfinado, M.D. and Baker, E.W.** (1961). *Tropilaelaps*, a new genus of mite from Philippines (Laelaptidae: Acarina). *Fieldiana Zoo/.*, 44: 53-56
 - **Dietemann, V., Nazzi, F., Martin, S. J., Anderson, D. L., Locke, B., Delaplane, K. S., ... & Ellis, J. D.** (2013). Standard methods for varroa research. *Journal of apicultural research*, 52(1), 1-54.
 - **ESCCAP**, (2012), *Arthropodes ectoparasites du chien et du chat*, vol, 3 4.
 - **Esnault, O.** (2018). *Diversité des agents pathogènes de l'abeille dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien dans un contexte d'invasion récente de Varroa destructor et mortalités associées* (Doctoral dissertation, Université de la Réunion).face à l'apparition de résistance aux traitements chez *Varroa destructor*.
 - **Faucon J. et Chauzat M.**, (2008).Varroase et autres maladies des abeilles : causes majeures de mortalité des colonies en France. *Bull. Acad.Vét.France-2008-Tome 161– N° 3.* 257– 263p
 - **Faucon, J. P., Clément, M. C., Martel, A. C., Drajnudel, P., Zeggane, S., & Schurr, F.** (2008). Mortalités de colonies d'abeilles (*Apis mellifera*) au cours de l'hiver 2005-2006 en France: enquête sur le plateau de Valensole et enquête sur 18 ruchers de différents départements.
 - **Fernandez P. G., Alvarez C. S. et Quesada-Moraga E.**, (2008). Pathogenicity and thermal biology of mitosporic fungi as potential microbial control agents of *Varroa destructor* (Acari : Mesostigmata), an ectoparasitic mite of honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae). *Apidologie* 39 (2008) 662 – 673p.
 - **Fernandez N. et Coinneau Y.**, 2007.- *Maladies, parasites et d'autres ennemis de l'abeille domestique*. Ed. Atlantica, 237p

- **Garcia- Fernandez, A. J., Sanchez- Garcia, J. A., Jimenez- Montalban, P., & Luna, A.** (1995). Lead and cadmium in wild birds in southeastern Spain. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 14(12), 2049-2058.
- **Genersch, E.** (2010). American Foulbrood in honeybees and its causative agent, *Paenibacillus larvae*. *Journal of invertebrate pathology*, 103, S10-S19.
- **Giovenazzo, P.** (2014). Application d'une stratégie de lutte intégrée contre le parasite *Varroa destructor* dans les colonies d'abeilles mellifères du Québec.
- **Girdwoyń, M.** (1876). *Anatomie et physiologie de l'abille*. J. Rothschild
- **Habbi-Cherif, A., Adjlane, N Et Medjdoub-Bensaad, F.** (2021). la varroase de l'abeille mellifère: biologie, cycle de développement, pathogénie et moyens de lutte. *Algerian Journal of Arid Environment*. 9. 4-19.
- **Haccour P.,** 1968. Recherche sur la race d'abeille saharienne au Maroc. C.R. Soc.Sci. Nat. Phys. Maroc, 6, 96-98
- **Häußermann, C, Giacobino, A., Munz, ., ziegelmann, b., palacio, ma et rosenkranz, p.** (2020). Paramètres de reproduction de la femelle *Varroa destructor* et impact de l'accouplement dans le couvain d'ouvrières d'*Apis mellifera*. *Apidologie* , 51 , 342-355
- **Henry, M. L., Adoux, J., Alaux, C., Aupinel, P., Bretagnolle, V., Di Pasquale, G., ... & Decourtye, A.** (2016). Alimentation des abeilles domestiques et sauvages en système de grandes cultures
- **Houdelet, C.** (2020). *Analyse de l'immunoprotéome de l'abeille en réponse à différents stress environnementaux* (Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes).
- **Houle, E.** (2004). Les méthodes physiques en lutte intégrée. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Journée champêtre en apiculture
- **Idjeri, K., & Achoui, S.** (2021). *Enquête sur l'état sanitaire du cheptel apicole dans la région de Tizi-Ouzou et essai de lutte contre le parasite Varroa destructor (Anderson et Trueman, 2000) avec deux huiles essentielles* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

- **Jean-Daniel, C., Alexandra, R., & Imdorf, A.** (1999). Loque européenne (EFB): nouvelle méthode de diagnostic pour faire face à la recrudescence des cas frappant la Suisse depuis .
- **Kablau, A ., Berg, S ., Härtel, S & Scheiner, R .** (2020) Hyperthermia treatment can kill im-mature and adult *Varroa destructor* mites without reducing drone fertility. *Apidologie*, 51 (3),pp.307-315.
- **Laigo, F.M. and Morse, R.A.** (1968). The mite *Tropilaelaps clareae* in *Apis dorsata* colonies in the Philippines. *Bee World*, 49(3): 1 16-18.
- **Le Conte, Y.** (2011).Mieux connaitre l'abeille. In : Clément. *Le Traité Rustica del' Apiculture*.ÉdRustica.Paris. p 528.
- **Le Conte, Y.** (2004). Mieux connaitre l'abeille. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau E., Barbançon J.-M., Bonnaffé P., Clément H., Domerego R., Fert G., Le Conte Y., Ratia G., Reeb C., Vaissière B. *Le traité Rustica de l'apiculture*. Rustica éditions, Paris, 12-83.
- **Le Conte, Y., & Navajas, M.** (2008). Changements climatiques: impact sur les populations d'abeilles et leurs maladies. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz*, 27(2), 485-497.
- **Le Conte, Y., Ellis, M., & Ritter, W.** (2010). *Varroa* et santé des abeilles : *Varroa* peut-il expliquer une partie des pertes de colonies . *Apidologie* , 41 (3), 353-363.
- **Le Conte Y. et Faucon J. P.,** (2002). Les maladies de l'abeille domestique. *Le Courrier de la Nature* n° 196: 28- 32
- **Le Conte Y.** (2002). Chapitre I : Mieux connaître l'abeille. In Clément H. *Traite rustica de l'apiculture*. Editions Rustica, Paris, p 12-51
- **Le guellec G.** (2008). *Insectes de méditerranée (arachnides & myriapodes)*, Edition de la lesse édisud, 207p
- **Mallick, A.** (2013). Action sanitaire en production apicole : gestion de la varroose
- **Mackowiak, C.** (2009). *Le déclin de l'abeille domestique, Apis mellifera en France* (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré).
- **Marie, J, B.** (2002). Chapitre 3:Mieux connaitre l'abeille .In Clément H. *Traite rustica de l'apiculture*. Editions Rustica, Paris , p 96-98

- **Mondet F., Maisonnasse A., Kretzschmar A., Alaux C., Vallon J., Et Al .** (2016). Varroa : son impact, les méthodes d'évaluation de l'infestation et les moyens de lutte. *Innovations Agronomiques* , 53, pp.63-80
- **Mondet, F ., Rau, A ., Klopp, Ch ., Rohmer, M ., Severac, D ., Le Conte, Y & Alaux, C.** (2018). Transcriptome profiling of the honeybee parasite *Varroa destructor* provides new biological insights into the mite adult life cycle. *BMC Genomics.* , 9, 1 9
- **Moreto, G.**(1991). The effects of climate and bee race *varroa jacobsoni* oud infestation in brazil. *apidologie* , vol , 22, p .197-20
- **Nazzi, F., & Le Conte, Y.** (2016). Ecology of *Varroa destructor*, the Major Ectoparasite of the Western Honey Bee, *Apis mellifera*. *Annual review of entomology*, 61, 417–432. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023731>.
- **Nick, A., Romero, H.** (2022). Maladie des abeilles. *Planète Animal*. <https://www.planeteanimal.com/maladies-des-abeilles-4394.html>
- **OI E .** (2022). Acarapisosis of honey bees (infestation of honey bees with *acarapis woodi*) .ch 3 . 2 .1.
- **Otis Gw Et Scott-Dupree Cd.,** (1992). Effects of tracheal mites (*Acarapiswoodi* (Rennie)) on overwintered colonies of honey bees (*Apis mellifera* L) in New York. *J Econ Entomol*95 (1) 40-46. (Paul Sabatier),186p
- **Ozenda, P.** (1992). Flore et végétation du Sahara.
- **Ozenda, P.** (1983). Flora of the Northern Sahara. *CNRS, Paris*.
- **Office National Météorologique.**(2019).Les données climatiques de la région de Ghardaia .3p
- **Paillet A; Kirkor S; Granger A,** (1949). L'Abeille, anatomie, maladies, ennemis. Ed. Trevous. pp.17
- **Panziera, Delphine & Blacquièrre, Tjeerd.** (2019). Sélection de colonies résistantes à Varroa.
- **Payette, A.** (2004, March). Biodiversité et conservation des abeilles dans les bleuets. In *Insectarium de Montréal. Colloque sur le bleuets nain semi-cultivé Dolbeau-Mistassini MAPAQ et Club conseil bleuets P* (Vol. 1).

- **Piroux, M.** (2014). *Ressources pollinifères et mellifères de l'Abeille domestique, Apis Mellifera, en paysage rural du nord-ouest de la France* (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II).
- **Prost J.P., Le Conte Y.,** (2005). *Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher.* Ed Lavoisier, Paris, 69
- **Prost JP,** (2005). *Apiculture : Connaître l'abeille. Conduire le rucher.* Ed. J.B
- **Riva, C.** (2017). *Application de la démarche de drug-design pour la conception de nouveaux médicaments vétérinaires contre le parasite Varroa destructor (Acari: Varroidae)* (Doctoral dissertation, Normandie).
- **Rosenkranz P., Aumeier P., & Ziegelmann B.** (2009). Biology and control of Varroa destructor. *Journal of invertebrate pathology.*
- **Rouage-ziane N., Boulahbal A., Gauthier-clere M., Thomas F., Chabi y.** (2007). Inventaire et quantification des ectoparasites de la Foulque Macroule flicaaatra (Gruiformes : Rallidés) dans le nord-est de l'Algerie. *Parasite*, vol.p. 253-256
- **Roy, C., & L'Hostis, M.** (2017). La nosérose des abeilles: chronique de sa disparition prochaine en France. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 170(1), 43-50.
- **Ruttner F, Tassencourt I and Louveaux J** .(1978): Biometrical-statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera L*, *Apidologie* 9, 363-381
- **Simoneau, A.** (2004). La varroase. *Laboratoire de pathologie animale*, Pp 191-192.
- **Spürgin, A.** 2008. *Guide de l'abeille.* Paris, Delachaux et Niestlé, 126 p.
- **Statistique Canada** (2009). *Production et valeur du miel.* In *Statistique Canada*. [En ligne]. <http://www.statcan.gc.ca/pub/23-221-x/2009000/t001-fra.htm> (Page consultée le 28 octobre 2010)
- **Smith, K & Weis, D.** (2020). Evaluating Spatiotemporal Resolution of Trace Element Concentrations and Pb Isotopic Compositions of Honeybees and Hive Products as Biomonitors for Urban Metal Distribution. *GeoHealth*.
- **Taha, A & Abo-Lila, A & El-Atta, D** . (2020). Strengthen of the Defense Behavior in Honey Bee Colonies (*Apis mellifera L.*) against Varroa mite (*Varroa destructor* Anderson & Trueman) Using Volatile Oils Under

- Arid Regions Conditions. Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology. 13. 27-35.
- **Ven, L., Boot, W. J., Mutsaers, M., Segeren, P., & Velthuis, H.** (2005). L'apiculture dans les zones tropicales. Agromisa/CTA
 - **Vidal-Naquet, N.** (2012). "Les maladies de l'abeille domestique d'élevage, *Apis mellifera* L." Bulletin de l'Académie vétérinaire de France 165.4 .307-316.
 - **Vié, J. C., & Traverson, M.** (2008). Le jour où l'abeille disparaîtra--. Arthaud.
 - **Wendling S.** (2014). Les particularités de la reproduction de *Varroa destructor*, agent de la varrose de l'abeille domestique. Perspectives de lutt. Bull. Acad. Vét. France. Tome 167, N°4, pp : 309 -315
 - **Wendling, S. L. P.** (2012). *Varroa Destructor* (Anderson Et Trueman, 2000), Un Acarien Ectoparasite De L'abeille Domestique *Apis Mellifera* Linnaeus, 1758. Revue Bibliographique Et Contribution a L'étude De Sa Reproduction. Thèse. Dr ;ENV, ALFORT.
 - **White, G. F.** (1906). The bacteria of the apiary: with special reference to bee diseases.

Annexes

ANNEXES1

Questionnaire sur le varroa dans la région de Ghardaïa

Date d'échantillonnage :

Temps :

Région :

Identification des apiculteurs :

Nom et prénom :

Age :

Adresse :

Raisons du choix de l'activité d'apiculture : activité principale curiosité

Formation apiculture OUI NON

Espèce apicole :

Race d'abeille : *Apis mellifera intermissa* (abeille tellienne) *Apis mellifera sahariensis* (abeille saharienne)

Nombre de ruches : Modernes : Traditionnelles :

Type de production : Miel Essaims Autre :

N°ruche (s) : Année de création de ruchers :

Disposition/Orientation du ruche :

Nourrissage : OUI NON

Les plants mellifères :

Couvain : Odeur Normale Anormale Aspect Normal Anormal

Symptômes observés :

Les principaux ennemis de l'abeille :

Fausse teigne de la cire

Hironnelle

Guêpier

Loque américaine et européenne

Varroa

Traitement effectué :

Périodes d'application du traitement de lutte contre la varroas:

- Hiver
- Printemps
- Eté
- Automne

Température :

Altitude :

Humidité :

Vent :

ANNEXES 2

Tableau : inventaire quelques espèces floristique dans les sites d'études

Nom connu	Famille	Espèce
Cucurbita moschata	Cucurbitacées	<i>Courge musquée</i>
Aubergine	Solanacées	<i>Solanum melongena</i>
Eucalyptus	Myrtacées	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
Sedra	Rhamnaceae	<i>Zizyphus lotusL</i>
Faijel	Rutaceae	<i>Rutatu berculata</i>
Lebina	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia guyoniana</i>
Harra	Asteraceae	<i>Diploaxis harra</i>
Khobize	Malvaceae	<i>Malva aegyptiacal</i>
Citron	Rutaceae	<i>Citrus limon</i>
Orange	Rutaceae	<i>citrus aurantiacus</i>

Olivier	Oleaceae	<i>Olea Europaea L</i>
pastèque	Cucurbitacées	<i>Citrullus lanatus</i>
Palmier dattier	Palmaceae	<i>Phoenix dactylifera</i>
Jasmine	Oleaceae	<i>Jasminum officinale</i>
Grenadier	Lythraceae	<i>Punica granatum</i>
Vigne	Vitaceae	<i>Vitis vinifera L</i>

ANNEXE 3

Travail en laboratoire et sur terrain





Photos du rucher et le couvain



RESUME

L'acarien *Varroa destructor*, parasite de l'abeille *Apis mellifera*, provoque de nombreuses pertes de colonies à travers le monde. Notre travail s'intéresse sur l'étude des indices parasitaires du *Varroa destructor* (prévalence, l'intensité et l'abondance) chez l'espèce *Apis mellifera* en deux saisons (hiver et printemps) leur dissémination et leur relation avec les trois paramètres (température, altitude et humidité), dans la région de Ghardaïa. On a utilisé les deux méthodes (directes et indirectes) de comptage des abeilles, après l'usage de sucre glace. Les résultats que nous avons obtenus indiquent que la température élevée permettait de réduire considérablement les populations de varroa dans la région .

Les mots clés :

Varroa destructor, *Apis mellifera*, prévalence, hiver, température, Ghardaïa.

ABSTRACT

The *Varroa destructor* mite, a parasite of the honeybee *Apis mellifera*, causes significant colony losses around the world. Our study focuses on investigating the parasitic indices of *Varroa destructor* (prevalence, intensity, and abundance) in the species *Apis mellifera* during two seasons (winter and spring), their dissemination, and their relationship with three parameters (temperature, altitude, and humidity) in the region of Ghardaia .We employed both direct and indirect methods for counting the bees after using sugar shake. The results we obtained indicate that the high temperature allowed to reduce considerably the populations of varroa mites in the region.

Key words:

Varroa destructor, *Apis mellifera*, prevalence, winter, temperature, Ghardaïa

المخلص

العثة فاروا المدمرة (*Varroa destructor*) ، وهي طفيلية تصيب نحل العسل (*Apis mellifera*) حيث تسبب خسائر كبيرة في خلايا النحل في جميع أنحاء العالم. يركز عملنا على دراسة المؤشرات الطفيلية للعثة فاروا (الإنتشار والشدة والوفرة) في نوع *Apis mellifera* خلال موسمين (الشتاء والربيع)، وعلاقتها بالنسبة لثلاثة مؤشرات (درجة الحرارة والارتفاع والرطوبة) في منطقة غرداية. تم استخدام طريقتين مباشرة وغير المباشرة لعد النحل منها باستخدام سكر البودرة. تشير النتائج التي حصلنا عليها إلى أن درجة الحرارة العالية يمكن أن تقلل بشكل كبير من مجموعة *Varroa* في المنطقة.

الكلمات المفتاحية