



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMERY Tizi-Ouzou

Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques

Département des sciences agronomiques

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du

Diplôme de master en Sciences Agronomiques

Spécialité : Production animale

Thème

Impact du *Varroa destructor* sur quelques paramètres morphométriques de l'abeille ouvrière émergente (*Apis mellifera intermissa*) provenant de la région de la Kabylie

Présenté par :

**FERRAS Isguem
GHANINE Said**

Devant le jury

Présidente : M^{me} BOUDI M.

Maître Assistante.....UMMTO

Promotrice : M^{me} BELAID M.

Professeur.....UMBB

Co-promotrice : M^{me} ABBAD M.

Maître Assistante.....UMMTO

Examinatrice : M^{me} DJOUBER F.

Maître Assistante.....UMMTO

Promotion : 2021 - 2022

Remerciements

Après avoir rendu grâce à dieu le tout puissant et le miséricordieux nous tenons à remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin ont participé à la rédaction de ce travail. Il s'agit plus particulièrement de :

M^{me} BELAID M ,notre promotrice qui a veillé et dirigé ce labeur par son aide scientifique, ses précieux conseils ses orientations, et sa disponibilité.

Également notre Co – Promotrice M^{me} ABBAD M pour son soutien et son aide tout le long de notre travail.

Nous remercions vivement, M^{me} Boudi M d'avoir fait l'honneur de présider le jury, qu'il trouve ici nos sincères impressions de gratitude et de respect, également à M^{me} Djouber F d'avoir accepté d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions et leurs conseils.

Nous exprimons également notre gratitude à M^{me} Anissa ingénieure de laboratoire production animale pour son aide et ses conseils.

Dédicace

*Je dédie ce travail , À ma chère mère, À mon cher père,
Qui m'ont doté d'une éducation digne, et de me soutenir
et*

*m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs, leur
amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.*

*À mes grands-parents, ceci est ma profonde gratitude pour
votre éternel amour, que ce mémoire soit le meilleur
cadeau*

que je puisse vous offrir.

*À vous mes frères, Mohammed, Massylasse, Amayas, qui
m'avez toujours soutenu moralement et encouragé durant
ces années d'études.*

À mon binôme Tsguem, pour son entente et sa sympathie.

*À mes chers amis et amies, pour leurs aides dans les
moments
difficiles.*

G Saïd

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à l'homme à qui je dois ma vie, ma réussite et tout mon respect, mon cher père Soussad, à la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais épargné aucun effort pour me rendre heureux.

À mes adorables sœurs et mon petit frère Mohammed qui savent toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.

À mes très chères ma famille Ferras et Kechid pour leurs soutiens moral tout au long de mes études.

À ma grand-mère Cassadit et mon oncle Lyes Dieu leur donne une longue et heureuse vie.

À tous mes amis qui m'ont encouragé : Amin, Mohamed, , Facine, Redha, Fateh, Housseem, Sofien, Karim, Ahsen mes remerciements à l'agent

À tous mes enseignants des spécialités Production Animale.

Sans oublier mon binôme Saïd pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

Merci à tous !

F. Isguem

Résumé

Le *Varroa destructor* est le parasite majeur de l'abeille (*Apis mellifera L.*). Son effet a été examiné sur quelques paramètres morphologiques des abeilles émergentes provenant de la région de Betrouna (Tizi-Ouzou). Les mesures morphométriques sont prises grâce à une loupe équipée d'un micromètre. Les paramètres morphométriques retenus sont la largeur de la tête, la longueur de l'appareil buccal, la longueur des différents segments de l'antenne (scape, pédicelle, flagelle et la longueur totale de l'antenne), la largeur de thorax, les dimensions des ailes antérieures et postérieures, le nombre et l'étendu des crochets des ailes postérieures, les différentes dimensions des différents segments des pattes postérieures, la taille corporelle (T3+T4) et l'indice de minceur au niveau de l'abdomen. Les résultats obtenus montrent que parmi les 20 paramètres morphométriques étudiés seulement 3 caractères n'ont subi aucune anomalie à savoir la longueur de l'appareil buccal, la longueur de l'aile postérieure et le nombre de crochet alaire.

Mots clés : *Apis mellifera intermissa* , *Varroa destructor*, morphométrie, Kabylie

ملخص

الفاروا المدمر هو طفيلي رئيسي للنحل (نحل العسل). تم فحص تأثيره على بعض المعايير المورفولوجية للنحل الناشئ من منطقة بترونة (تيزي وزو). يتم أخذ القياسات المورفولوجية باستخدام عدسة مكبرة مزودة بميكرومتر. المعايير المورفولوجية المختارة هي عرض الرأس، طول الجهاز الشدقي، طول الأجزاء المختلفة من الهوائي (سكيب، باديسيل، فلاغل، الطول الكلي للهوائي)، عرض الصدر، أبعاد الأجنحة الأمامية، عرض ومدى الخطافات الخلفية، الأبعاد المختلفة للأرجل الخلفية، حجم الجسم (T3 + T4) ومؤشر التخصيس في البطن. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن هذا الطفيل الخارجي يؤثر فقط و بشكل كبير.

كلمات المفتاح: نحلة، الفاروا المدمر، المورفولوجية، القبائل

Abstract :

Varroa destructor is the major parasite of the honeybee (*Apis mellifera L*). Its effect was examined on some morphological parameters of emerging bees from the Betrouna region (Tizi-Ouzou). Morphometric measurements were taken with a magnifying glass equipped with a micrometer. The morphometric parameters retained are the width of the head, the length of the mouth apparatus, the length of the different segments of the antenna (scape, pedicel, flagellum and the total length of the antenna), the width of the thorax, the dimensions of the forewings, the width and the extent of the hooks of the hindwings, the different dimensions of the hind legs, the body size (T3+T4) and the slenderness index at the level of the abdomen. The results obtained show that this ectoparasite affects significantly.

Key words: *Apis mellifera intermissa*, *Varroa destructor*, morphometry, Kabylie

Sommaire

Résumé

Liste des abréviations

LISTES DES FIGURES

Liste des tableaux et annexes

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR L'ABEILLE	4
I.1. Systématique d'<i>Apis mellifera</i>	5
I.2. Différentes castes d'abeilles	5
I.2.1. Reine	6
I.2.2 Ouvrière	7
I.2.3. Faux-bourdon (mâle)	7
I.3. Morphologie de l'abeille	8
I.3.1. Tête	8
I.3.1.1. Yeux composés	9
I.3.1.2. Ocelles	9
I.3.1.3. Antennes.....	10
I.3.1.4 .Appareil buccal	10
I.3.2. Thorax	10
I.3.2.1. Ailes	10
I.3.2.2. Pattes	10
I.3.3 Abdomen	11
I.4. Cycle de développement de l'abeille	11
I.4.1. Œuf	12
I.4.2 Larve	12
I.4.3. Nymphe	13

I.5. Maladies de l'abeille	14
I.5.1. Maladies des abeilles adultes	14
I.5.1.1. Acariose.....	14
I.5.1.2 Nosémose	15
I.5.2 Maladies du couvain	15
I.5.2.1 Loque américaine	15
I.5.2.2 Loque européenne	15
I.5.2.3. Couvain plâtré ou Ascospherose :.....	16
I.5.3. Maladies des abeilles adultes et couvain.....	16
I.5.3.1. Virus des ailes déformées (DWV)	16
I.5.3.2. Virus de la paralysie aiguë des abeilles (ABPV)	17
CHAPITRE II : GÉNÉRALITÉS SUR LE VARROA DESTRUCTOR	16
II.1. Classification du <i>varroa destructor</i> :	17
II.2. Morphologie du parasite.....	17
II.2.1. Femelle	17
II.2.2.Mâle	18
II.2.3. Formes immatures	19
II.2.3.1. Larve	19
II.2.3.2. Protonympe	19
II.2.3.3. Deutonympe.....	20
II.3. Cycle de vie de <i>varroa destructor</i>	21
II.3.1. Phase de reproduction	21
II.3.2. Phase phorétique	21
II.4. Sources de contamination.....	23
II.5 .Modes de transmission.....	23
II.5.1. Transmission intracolonie	23
II.5.2. Transmission intercolonie	23
II.5.2.1. Pilage.....	23
II.5.2.2 . Dérive des butineuses	24
II.5.2.3. Butinage sur des fleurs.....	24
II.6 . Actions pathologiques	24

II.6.1. Action spoliatrice.....	24
II.6.2. Action mécanique	24
II.6.3. Action vectrice	25
II.7. Evolution de l'infection de <i>varroa destructor</i>	25
II.8. Méthodes d'évaluation du niveau d'infestation des colonies	25
II.9. Lutttes contre l'agent pathogène <i>varroa destructor</i>	26
II.9.1. Lutte chimique.....	26
II.9.2. Lutte biologique.....	27
II.9.2.1. Acide oxalique	27
II.9.2.2 .Acide formique	28
II.9.2.3. Huiles essentielles	28
II.9.3 . Lutte biomécanique.....	28
CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES.....	30
III.1. Matériel.....	31
III.1.1. Matériel non biologique	31
III.1.1.1 Matériel utilisé sur le terrain et au laboratoire	31
III.1.2. Matériel biologique.....	31
III.2.Présentation du site d'échantillonnage	32
III.2.1. Position géographique	32
III.2.2. Climat	33
III.2.2.1. Pluviométrie	33
III.2.2.2. Température.....	34
III.2.2.3. Vent.....	34
III.2.2.4. Synthèse climatique	34
III.2.3. Données bibliographiques sur la flore de la région d'étude	36
III.3.Méthode	37
III.3.1. Echantillonnage des abeilles émergentes	37

III.3.2. Méthode utilisé au laboratoire.....	37
III.3.3. Paramètres morphométrique retenus.....	38
III. 3.3.1. Au niveau de la tête	38
III. 3.3.2. Au niveau de thorax	39
III.4. Analyse statistique	41
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION	42
IV.1. Résultats.....	43
IV.1.1. Effet de <i>varroa destructor</i> sur les caractéristiques morphométriques	43
IV .1.1.1. Poids corporel.....	43
IV.1. 1.2. Au niveau de la tête.....	44
IV.1. 1.3. Au niveau de thorax.....	46
IV.1.1.3.1. Largeur du thorax et dimensions des ailes antérieure et postérieures	46
IV. 1.1.4. Au niveau de l'abdomen.....	50
IV.2. Discussion	52
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	55
Références Bibliographique.....	53 -62
ANNEXES.....	63-66

Liste des abréviations

P : Précipitation

T : Température

V : Vent.

C° : Degré Celsius

P : probabilité

h : heur

mm : millimètre

Km : Kilomètre

m : mètre

T3 : tergite n°3

T4 : tergite n°4

T6 : tergite n°6

M : moyenne mensuelle des températures maxima

m : moyenne mensuelle des températures minima

M+m/2 : moyenne mensuelle des températures maxima et minima

m : moyenne

s : écart type

LT3 : longueur de la 3^{ème} tergite

LT4 : longueur de la 4^{ème} tergite

LT6 : longueur de la 6^{ème} tergite

AE : Abeilles émergentes

LISTES DES FIGURES

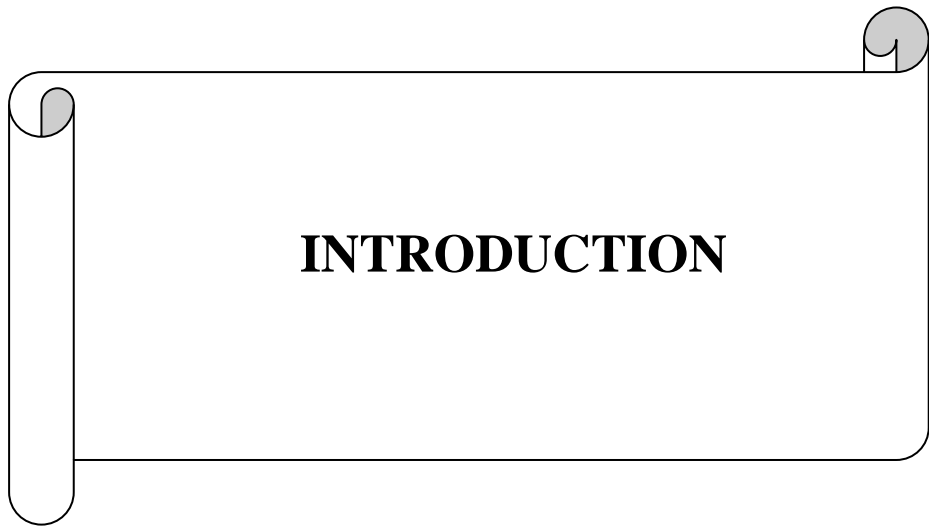
Figure 01 : Trois castes d’Apis mellifera	04
Figure 02 : Morphologie de l’abeille	06
Figure 03 : Tête de l’abeille	07
Figure 04 : Œufs déposés par la reine au fond des alvéoles	10
Figure 05 : Larves d’abeilles	11
Figure 06 : Illustration du stade pupal	11
Figure 07 : Femelle de l’Acarapiswoodi	12
Figure 08 : Symptômes de la maladie des ailes déformées (DWV)	15
Figure 09 : Morphologie de l’acarien Varroa destructor. Vues ventrales et dorsales d’une femelle adulte (A) et mâle (B)	18
Figure 10 : Stade protonympe de Varroa destructor	19
Figure 11 : Stade deutonympe Varroa destructore	19
Figure 12 : Cycle de vie de varroa destructor (phase phorétique et phase de reproduction).....	21
Figure 13 : Abeille émergente saine	30
Figure 14 : Abeille émergente parasitée par Varroa destructor	30
Figure15 : Situation de la zone d’étude	31
Figure 16 :Rucher	31
Figure 17 : Diagramme de Gaussien de la région de Tizi-Ouzou de Mai 2021 à Mai 2022	33
Figure 18 : Vitesse du vent de la wilaya de Tizi-Ouzou de Mai 2021 à Mai 2022	34
Figure 19 : Mesures de la tête	36

Figure 20 : Mesures de l'antenne	36
Figure 21 : Mesures appareil buccal d'abeille	36
Figure 22 : Mesures de thorax d'abeille	37
Figure 23 : Mesures d'ailes antérieure d'abeille	37
Figure 24 : Mesures aile postérieure	37
Figure 25 : Mesures de Patte	37
Figure26 : Mesures tergite n°3 (T3)	38
Figure 27 : Mesure tergite n°4 (T4)	38
Figure 28 : Mesures tergite n°6	38
Figure 29 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur le Poids des AE.....	40
Figure30 : Effets de <i>Varroa destructors</i> sur la largeur de la tête chez les AE.....	41
Figure 31 : Effets de <i>Varroa destructors</i> sur la longueur de l'appareil buccal des AE.....	41
Figure 32 : Effets de <i>Varroa destructors</i> sur la longueur de scape chez les AE.....	42
Figure 33 : Effets de <i>Varroa destructor</i> la longueur de pédicelle chez les AE	42
Figure 34 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur la longueur de Flagelle antennaire des AE.....	42
Figure 35 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur la longueur de l'antenne des AE.....	42
Figure36 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur la largeur de thorax chez les AE.....	44

Figure 37 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur la longueur de l'aile antérieure des AE.....	44
Figure 38 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur la largeur de l'aile antérieure des AE.....	44
Figure 39 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur la largeur de l'aile postérieure des abeilles AE.....	44
Figure 40 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur la longueur de l'aile postérieure des AE.....	45
Figure 41 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur le nombre de crochets des AE.....	45
Figure 42 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur l'étendue de crochets alaires des AE.....	45
Figure 43 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur la longueur de fémur des AE.....	45
Figure 44 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur la longueur de tibia des AE.....	46
Figure 45 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur la largeur de métatarse des AE.....	46
Figure 46 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur la longueur de métatarse des AE.....	46
Figure 47 : Effets de <i>Varroa destructors</i> sur la taille corporelle (LT3+LT4) des AE.....	47
Figure 48 : Effets de <i>Varroa destructor</i> sur l'indice de minceur (LT6/IT6) des AE.....	47

Liste des tableaux et annexes

Tableau 01 : Âges (en jour) auxquels les tâches sont exécutées par les ouvrières	05
Tableau 02 : Longévité des différents stades de développement des castes d' <i>Apis mellifera</i>	09
Tableau 03 : Quelques acaricides utilisés pour lutter contre le Varroa et leur mode d'emploi	26
Tableau 04 : Principales plantes mellifères avoisinant le rucher de la région d'étude.....	35
Tableau 05 : Récapitulatif des paramètres morphométriques étudiés.....	48
Annexe 1 : Matériel non biologique utilisé sur le terrain et au laboratoire.....	63-64
Annexe 2 : Données climatiques de la région de Tizi-Ouzou.....	65-66



INTRODUCTION

« Si l'abeille venait à disparaître, l'homme n'aurait plus que quelques années à vivre », prophétisait Einstein... Les abeilles font en effet partie depuis des millénaires de la culture et du patrimoine humain (Paterson, 2008). L'abeille domestique est considérée comme une sentinelle de l'environnement, leur état de santé permet de nous informer sur les qualités de notre environnement, c'est un très bon indicateur biologique (Lancien, 2014).

L'importance de l'abeille est liée aussi à la qualité de ses produits (miel, propolis, gelée royale, pollen) qui sont des nutriments qualifiés de « naturels » par excellence, ils sont recommandés pour leurs qualités énergétiques pures (Tétart, 2003). Mais aussi pour leurs effets bénéfiques sur la santé de l'homme (Spürgin, 2010). De plus en plus pratiquée dans le monde, l'apithérapie ou l'usage médical de ces produits de la ruche fait l'objet de plusieurs études scientifiques mais qui restent toutefois encore trop peu nombreuses ou incomplètes (Caillas, 1977).

L'abeille est un excellent pollinisateur, sans le savoir, les abeilles pollinisent les fleurs sur lesquelles elles récoltent le nectar et le pollen. Cette merveilleuse collaboration entre les règnes animal et végétal nous est très précieuse. En effet, elle permet de garnir notre table d'une abondance de fruits et légumes et assure la diversité des fleurs qui nous environnent (Fluri *et al.*, 2001).

Depuis quelques années l'apiculture mondiale est soumise à des pressions permanentes à cause de la réduction de l'abondance et de la diversité des fleurs, de l'utilisation excessive de pesticides pour la protection des cultures agricoles et de l'apparition de nouveaux parasites (Goulson *et al.*, 2015).

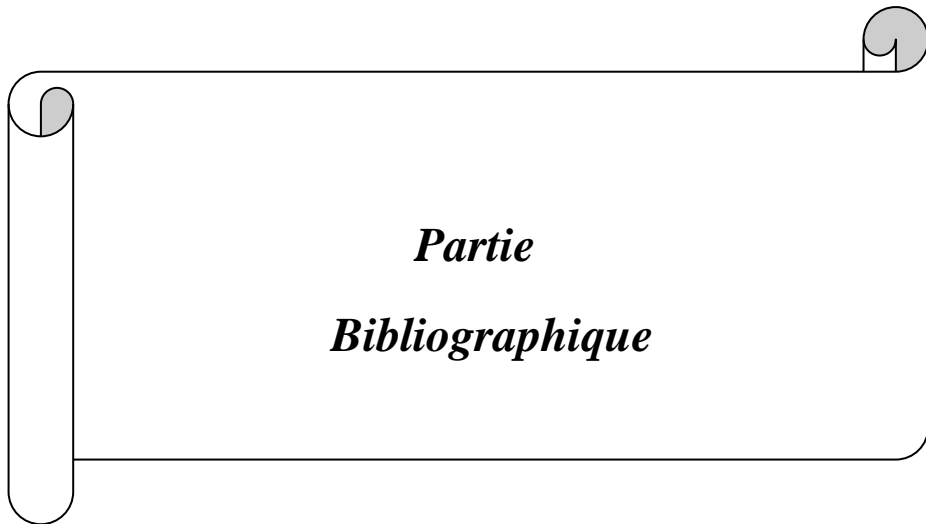
Le *varroa destructor* c'est un petit acarien visible à l'œil nu que Jacobson identifia dès 1904 dans l'île de java en Asie, le varroa y' parasitait l'*Apis cerena*, sans lui susciter de grave dommages (Rvazzi, 2003), avec la mondialisation de l'apiculture moderne le varroa a changé d'hôte pour l'abeille occidentale *Apis mellifera* et maintenant il devient un ravageur sérieux de cette abeille dans le monde entier (Anderson et Trueman, 2000). La varroase représente sans aucun doute le pire ennemi des abeilles, ces dernières années c'est la cause principale des pertes des colonies pour tous les apiculteurs. C'est l'une des rares maladies de l'abeille touchant à la fois les formes immatures et les adultes lors d'une infestation de la colonie par une population d'acariens ectoparasites et phorétiques de l'espèce *Varroa destructor*

(Wendling, 2014). 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 l'Algérie. Actuellement, ce parasite s'est propagé rapidement dans tout le pays (Belaid et doumandji, 2010).

Dans la présente étude et afin d'élargir nos connaissances sur l'impact de cet ectoparasite, nous avons réalisé une étude sur les effets de *Varroa destructor* sur la morphométrie des abeilles émergentes chez notre race locale Algérienne *Apis mellifera intermissa* provenant de la région de la Kabylie.

Notre travail est organisé en quatre chapitres :

- Le premier est consacré à la synthèse bibliographique sur les généralités de l'abeille *Apis mellifera*.
- Le deuxième chapitre est traité des généralités sur l'ectoparasite de cet insecte social, le *Varroa destructor*.
- Le troisième est consacré au matériel et méthodes utilisés sur le terrain et au laboratoire.
- Le dernier chapitre quant à lui il se porte sur les résultats et la discussion de notre étude. Cette partie est achevée par une conclusion et perspectives.



Partie
Bibliographique

Chapitre I

GÉNÉRALITÉS SUR L'ABEILLE

I.1. Systématique d'*Apis mellifera*

Le genre *Apis*, comprend plusieurs espèces d'abeilles, appartient à l'immense ordre des insectes sociaux comme l'abeille domestique et la fourmi. La classification systématique d'*Apis mellifera* est détaillée ci-dessous (Campbell, 1995).

Embranchement : Arthropodes

Sous embranchement : Hexapodes

Classe : Insectes

Ordre : Hyménoptères

Famille : Apidés

Genre : *Apis*

Espèce : *Apis mellifera*

I.2. Différentes castes d'abeilles

L'abeille mellifique vit au sein d'une famille, ou colonie, permanente dont le nombre varie en fonction des saisons et de la force spécifique de chaque ruche (Ravazzi, 2003). Une colonie d'abeille compte environ 50.000 et 60.000 individus, parfois plus (Paterson, 2008). Chez les abeilles, chacun travaille dans l'intérêt du groupe et la vitalité de ce dernier dépend de la survie de chacun. Au sein de la ruche en effet, aucun individu ne peut vivre seul (Clément, 2009). Il existe 3 castes distinctes chez l'abeille domestique: la reine, l'ouvrière et le faux-bourdon (Figure 01).

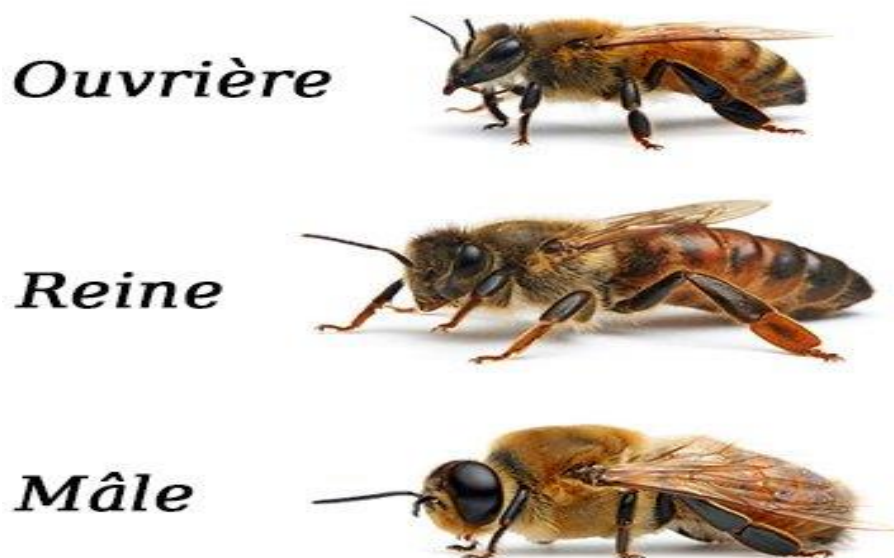


Figure 01 : Trois castes d'*Apis mellifera* (Anonyme, 2018)

I.2.1. Reine

La reine est l'individu le plus grand de la ruche. C'est la seule femelle fertile dans la ruche (Marcheney et Berard, 2007). Elle est plus grosse et surtout beaucoup plus longue que les autres abeilles, puis elle est aussi d'un brun plus foncé (Bellerose, 1883).

La reine-ou mère-joue un rôle fondamental dans la vie de la colonie : une reine en bonne santé, jeune, vigoureuse et pondant à un rythme soutenu assure en effet un renouvellement constant de la population et un développement satisfaisant de la ruche (Ravazzi, 2003), la reine a outre son rôle de reproduction (la ponte des œufs), un rôle de réguler les activités de la colonie par la sécrétion de phéromones (Biri, 2010).

Mais il arrive parfois, lorsque la reine vieillit, que les abeilles en élèvent une seconde, qui vit alors pacifiquement à ses côtés jusqu'à ce qu'elle meure. Ce processus est appelé la « supercédure » (Paterson, 2008).

I.2.2 Ouvrière

C'est la caste la plus représentée de la colonie. En été, une colonie d'abeilles est constituée de 30 000 à 60 000 ouvrières, auxquelles il faut ajouter 6 000 œufs, 9 000 larves en phase de nourrissage, et 20 000 larves en nymphose (couvain operculé).

Les ouvrières sont stériles. Elles n'ont pas de rôle dans la reproduction. Il est important de remarquer que les ouvrières n'ont pas toutes le même niveau d'apparement entre elles. En effet, la reine stocke dans sa spermathèque le sperme de plusieurs mâles. Les ouvrières ont donc toutes la même mère, mais peuvent avoir des pères différents, jusqu'à plusieurs dizaines (Estoup *et al.*, 1994).

L'ouvrière, occupera plusieurs fonctions au cours de sa vie : nettoyage de la ruche, soins au couvain et à la reine, production de cire, construction de rayons, butinage, défense de la ruche. Toutes ces tâches peuvent être interchangées au besoin de la colonie (Spurgin, 2010) (Tableau 1).

Tableau 01 : Âges (en jour) auxquels les tâches sont exécutées par les ouvrières. (Spurgin, 2010)

Âges	Travail
1 à 3 jours	Soins, nettoyage
4 à 10 jours	Nourrir le couvain avancé, soins à la reine, nourrir le jeune couvain, transporter la nourriture, tasser le pollen
11 à 18 jours	Produire de la cire, construire des cellules
19 à 21 jours	Surveiller le trou d'envol, exercices de vol et d'orientation
22 à 30 jours	Apporter à la ruche de l'eau, du pollen, du nectar, du miellat, rechercher de nouvelles sources de provende

I.2.3. Faux-bourdon (mâle)

Le faux-bourdon se particularise par son caractère haploïde. Il est issu d'un œuf non fécondé pondu dans une alvéole plus large (Winston, 1991). Ils sont un peu plus grands que les abeilles ouvrières. Ils peuvent se compter par plusieurs centaines dans une seule ruche.

Contrairement aux ouvrières, les faux bourdons peuvent aller et venir d'une ruche à une autre (Paterson, 2008), seule la moitié des mâles de chaque colonie assument une fécondation reproductrice et parmi eux 65% à 70% seulement arrivent à une maturité sexuelle complète. Le faux bourdon est pourtant très utile, car, outre la fécondation de la reine, il accomplit aussi quelques petites tâches quotidiennes : il aide à ventiler la ruche, il participe à la transformation du nectar en miel et sa présence incite les ouvrières à travailler davantage (Ravazzi, 2003).

I.3. Morphologie de l'abeille

L'*Apis mellifera* appartient à l'ordre des hyménoptères au même titre que les fourmis et les guêpes. Son corps est constitué de trois parties, la tête, le thorax et l'abdomen (Figure 02).

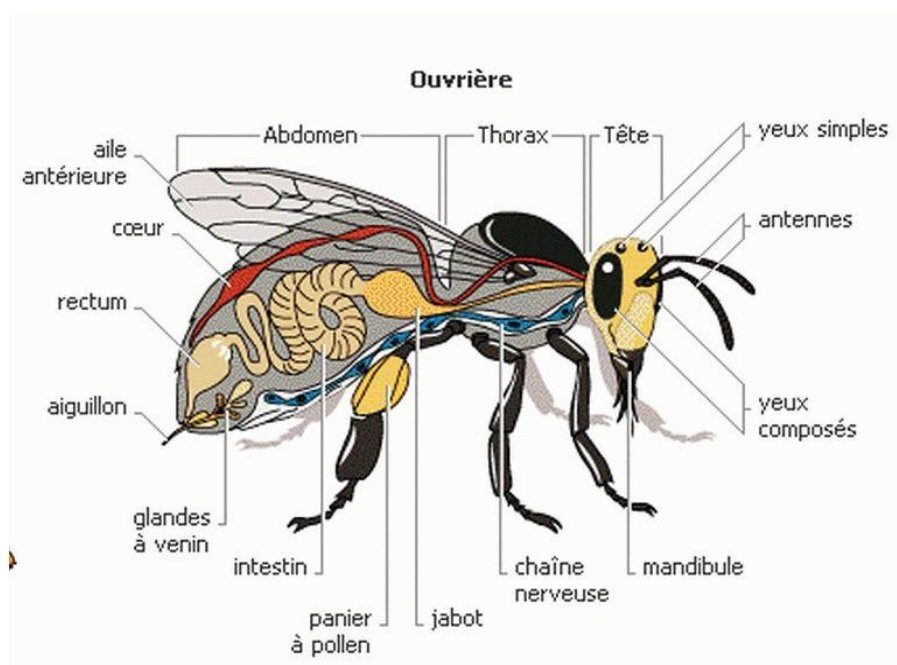


Figure 02 : Morphologie de l'abeille (Hennebelle., 2010)

I.3.1. Tête

La tête est une partie du corps qui se trouve séparée du thorax et qui porte les yeux, les antennes et l'appareil buccal (Figure 03).

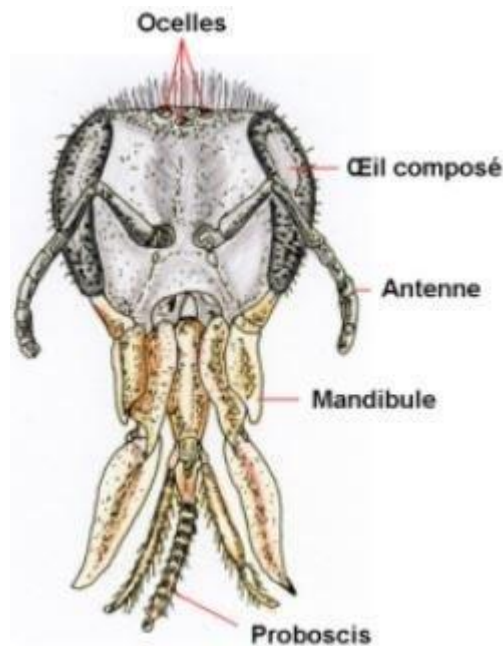


Figure 03 : Tête de l'abeille (Anonyme, 2017)

I.3.1.1. Yeux composés

L'œil de l'abeille est constitué de plusieurs milliers de facettes hexagonales appelées ommatidies. L'œil de l'ouvrière est composé de 6500 ommatidies (3500 pour la reine et 7500 pour l'abeille mâle). Chaque ommatidie est un récepteur indépendant des autres (Quendolo, 2016). Les yeux composés se révèlent sensible à l'ultraviolet, mais pas au rouge qui est perçu comme du noir. Il parvient à stocker environ trois cent images par secondes, ces yeux composés servent avoir de loin (Ravazzi, 2003).

I.3.1.2. Ocelles

Les ocelles sont situées sur le vertex de la tête de l'abeille. Chaque abeille en possède trois, une médiane et deux latérales. Les ocelles sont constituées de cellules photosensibles recouvertes de lentilles chitineuses biconvexes translucides (Quendolo, 2016). Ces cellules sont très sensibles aux variations d'intensité lumineuse et leur disposition en triangle permet de capter les gradients de lumière. L'information provenant des ocelles permet de compléter celle provenant des yeux de l'abeille. Cela permet aux abeilles de s'orienter dans l'obscurité de la ruche par rapport à la luminosité de l'entrée et vient apporter un complément d'information par rapport à la lumière polarisée captée par les yeux (Quendolo, 2016).

I.3.1.3. Antennes

L'abeille dispose de deux antennes situées au sommet de la tête. Il s'agit d'organes multifonctionnels et extrêmement sensibles (Fayet, 2019).

I.3.1.4 .Appareil buccal

La bouche possède de puissantes mandibules et une petite trompe. Il s'agit d'un organe composé qui se forme chaque fois que l'abeille a besoin de puiser le nectar. La trompe résulte de la réunion des palpes labiaux et des galeas maxillaire qui constituent ainsi une sorte de tube dans lequel coulisse la langue protractile et dont le fonctionnement s'assimile à celui d'une véritable pompe d'aspiration (Ravazzi, 2003).

I.3.2. Thorax

Le thorax est relié à la tête par un cou très court, constitué de trois segments soudés entre eux, il porte les éléments locomoteurs de l'abeille : les deux paires d'ailes « antérieures et postérieures » et trois paires de pattes (Figure 03).

I.3.2.1. Ailes

Les abeilles mellifères disposent de deux paires d'ailes fixées au segment postérieur du thorax. Elles sont articulées de manière complexe avec le thorax de manière à permettre un grand nombre de mouvements. La paire antérieure est plus grande que la paire postérieure. Les deux paires sont reliées par de petits crochets, les hamuli. Au repos, les deux paires d'ailes sont détachées et se replient vers l'arrière (Fayet, 2019).

I.3.2.2. Pattes

Les abeilles mellifères disposent de trois paires de pattes. Chaque paire de pattes est reliée à un segment thoracique différent. Elles sont composées de cinq parties : le coxa ou hanche, le trochanter, le fémur, le tibia et le tarse composé de 5 articles. On peut noter une différence morphologique entre les pattes des ouvrières et celles des mâles et de la reine (Fayet, 2019).

I.3.3 Abdomen

Il est constitué de 9 segments parmi lesquels six seulement sont bien visibles, les trois autres étant très réduit. Il y a sept paires de spiracles sur l'abdomen, un par segment, du second au huitième. Les segments ne présentent pas de **pleurite** (partie latérale) ils sont seulement constitués de deux plaques, l'une dorsale, le tergite et l'autre ventrale, le sternite. Le mouvement des plaques, les unes par rapport aux autres, est rendu possible grâce à une **membrane intersegmentaire** flexible. Ces mouvements sont très fréquents, comme les contractions et les expansions rythmiques qui permettent l'entrée et la sortie de l'air des saccules autrement dit, **la respiration** (Fernandez et Coinaue, 2007), le dernier segment de l'abdomen porte un aiguillon chez les ouvrières, mais pas chez les faux bourdons. La reine possède elle aussi un dard qui diffère cependant de celui des ouvrières (Ravazzi, 2003).

I.4. Cycle de développement de l'abeille

Au sein des abeilles, il faut différencier trois individus, encore appelés castes : la reine, les ouvrières et les mâles ou faux-bourdons. Leur cycle de développement est identique mais les durées de développement sont variables. Ainsi, la reine a le cycle le plus court, d'une durée moyenne de 16 jours, alors que les mâles ont le cycle le plus long : environ 24 jours. Le cycle des ouvrières est intermédiaire, avec une durée d'environ 21 jours (Prost et Le Conte, 2005). Les abeilles ont trois stades de développement : dans l'ordre l'œuf, la larve et la nymphe. Les trois premiers stades constituent ce qu'on appelle le couvain (Tableau 02).

Tableau 02 : Longévité des différents stades de développement des castes d'*Apis Mellifera* (Spurgin, 2010)

Evolution des trois types d'abeilles (en jours)				
Type	Couvain ouvert		Couvain opérculé	Durée totale (en jours)
	Œuf	Larve	Nymphe	
Ouvrière	3	6	12	21
Reine	3	5	8	16
Faux-bourdon	3	6	15	24

I.4.1. Œuf

Le cycle vital de l'abeille débute par un petit œuf, un bâtonnet blanc mesurant environ 1,5 mm de long et 0,4 mm de diamètre que la reine dépose dans un alvéole, parallèlement aux parois de la cellule (Figure 04). Le premier jour, l'œuf est perpendiculaire au fond de l'alvéole, puis il s'incline et finit par se coucher sur le fond le troisième jour avant d'éclore (Ravazzi, 2003).



Figure 04 : Œufs déposés par la reine au fond des alvéoles (Anonyme, 2018)

I.4.2 Larve

La larve éclot de l'œuf trois jours après la ponte. Elle évoluera pour devenir une ouvrière, une reine ou un mâle (Prost et Le Conte, 2005). Pendant les trois premiers jours, toutes les larves sont nourries avec de la bouillie royale. A partir du quatrième jour, certaines larves choisies par les ouvrières continuent à être alimentées par cette bouillie, ou gelée royale ; elles deviendront des reines. Les autres larves sont les futures ouvrières et sont nourries avec du miel ou du pollen (Von Frisch, 2011). Après 5,5-6-6,5 jours, les ouvrières operculent la cellule et la larve va former un cocon et s'immobilise pour passer au stade de pré-nymphé. Une cinquième mue est observée avant le passage au stade nymphé (Jay, 1964) (Figure 05).



Figure 05 : Larves d'abeilles (Anonyme, 2018).

I.4.3. Nymphé

Appelé aussi stade pupal, la larve commence à se transformer en nymphé après le 9^{ème} jour. Ce stade est caractérisé par des grands changements de structure (Medori et Colin, 1982). Au stade nymphal, la tête, les yeux, les antennes, les pièces buccales, le thorax, les pattes et l'abdomen ont les caractéristiques de celles de l'adulte. La cuticule devient de plus en plus foncée; sa couleur est utilisée pour déterminer l'âge d'une nymphé (Winston, 1993) (Figure 06).



Figure 06 : Illustration du stade pupal (Anonyme, 2018)

La nymphé reste immobile et ne s'alimente pas. Une dernière mue, appelée mue imaginale, fait passer la nymphé au stade adulte. La jeune abeille perce l'opercule et s'envole (Biri, 2010).

I.5. Maladies de l'abeille

De nombreux prédateurs, parasites (acariens) et pathogènes (protozoaires, bactéries, virus) vivent aux dépens de l'abeille (Le Conte et Navajas., 2008).

I.5.1. Maladies des abeilles adultes

I.5.1.1. Acariose

L'acariose est une maladie parasitaire contagieuse de l'appareil respiratoire de l'abeille adulte. Elle est causée par un acarien microscopique *Acarapiswoodi* (Rennie, 1921) (Figure 07). Cet acarien infeste les trois castes d'abeilles : les ouvrières, les faux-bourdons et les reines (Pettis *et al.*, 1996).



Figure 07 : Femelle de l'*Acarapiswoodi* (Delfinado-Baker et Baker, 1982).

L'Acarapis woodi pénètre, pond ses œufs et prolifère dans les tranchées des abeilles. En leur rongant les ailes de l'intérieur, il provoque leur chute et par conséquent leur mort. Le cycle de reproduction dure environ trois semaines, de sorte qu'une présence massive fait courir un grave danger à la colonie (Ravazzi, 2003).

I.5.1.2 Nosébose

C'est une maladie parasitaire qui affecte les trois castes d'abeilles adultes (reine, faux-bourdon et abeille ouvrière), due à la prolifération dans l'épithélium de l'intestin moyen des abeilles d'un champignon du genre *Nosema* (Roy et L'hostit, 2017). Les abeilles fortement infectées ne peuvent digérer convenablement leur nourriture puisque les cellules épithéliales de l'intestin ont été endommagées par *Nosema*. Il en résulte une forme de diarrhée chez l'abeille, qui peut alors déféquer dans la ruche ou sur le plateau d'envol (Bailey, 1954).

La Nosébose est plus fréquente en générale à la sortie de l'hiver, pendant le printemps, l'automne et vers la fin de l'été (Fernandez et Coinaeu, 2007).

I.5.2 Maladies du couvain

I.5.2.1 Loque américaine

La loque américaine (AFB), causée par la bactérie *paenibacillus larvae subsp. Larvae* (anciennement *Bacillus larvae*) est la plus grave des maladies affectant les abeilles domestiques *Apis mellifera L* (Spivak et Reuter, 2001). Elle touche surtout le couvain operculé; en cas d'infection très grave, les larves des cellules désoperculées, les nymphes et, exceptionnellement, les larves de faux bourdons sont atteintes (Biri, 2010). La maladie est reconnaissable par un couvain en mosaïque avec des cadres qui semblent humides ou gras. Les opercules d'une couleur différente des voisins, sont concaves, déprimés ou troués et semblent humides ou gras (Binon et Dief, 2006). La loque américaine engendre des pertes économiques considérables dans le secteur apicole, et ce dans de nombreux pays à travers le monde (Nguyen *et al.*, 2009).

I.5.2.2 Loque européenne

La loque européenne est une maladie grave des stades juvéniles de l'abeille domestique (*Apis mellifera L.*), provoquée par la bactérie Gram-positive *Melissococcus plutonius*. Les symptômes de la loque européenne sont l'effondrement de la larve dans le bas de la cellule, l'absence de turgescence de la larve qui prend une teinte jaunâtre puis se décompose, ceci provoque l'image d'un couvain très dispersé et lacunaire (Charrière *et al.*, 2009). Une fois mortes, elles représentent un nouveau foyer infectieux que les abeilles tentent d'éliminer lors du nettoyage des rayons.

Selon la législation en vigueur, la maladie doit obligatoirement être déclarée aux autorités vétérinaires et les colonies symptomatiques ainsi que leurs cadres sont détruits (Charrière *et al.*, 2009).

I.5.2.3. Couvain plâtré ou Ascospherose :

La maladie du couvain plâtré est causée par l'ascomycète *Ascosphaera apis*. Les spores produites sexuellement par *A. apis* (ascospores) sont présentes dans l'environnement de la ruche et la maladie se développe lorsque les conditions sont favorables (Gilliam, 1986). Elle est appelée couramment « couvain plâtré » à cause des caractéristiques que présentent les larves attaquées qui offrent la consistance de plâtre (Fernandez et Coineau, 2007). Au début la larve est duvetée, d'une couleur blanchâtre à cause du mycélium qui recouvre son corps, une fois morte elle se dessèche et elle devient dure comme du plâtre elle est appelée « momie » (Fernandez et Coineau, 2007).

I.5.3. Maladies des abeilles adultes et couvain

I.5.3.1. Virus des ailes déformées (DWV)

D'après Bailey et Ball (1991), le virus des ailes déformées (DWV) est un autre petit virus à ARN qui serait associé aux symptômes de déformation des ailes pendant la nymphose d'*Apis mellifera L.* dans les colonies d'abeilles gravement infestées par la *Varroa destructor*. En plus de ces malformations des ailes, les jeunes abeilles malades récemment écloses présentent un abdomen plus court et un poids réduit par rapport aux abeilles saines (Fernandez et Coineau, 2007) (Figure 08).



Figure 08 : Symptômes de la maladie des ailes déformées (DWV)

(Rosenkranz *et al.*, 2010).

I.5.3.2. Virus de la paralysie aiguë des abeilles (ABPV)

Le virus de la paralysie aiguë (ABPV) attaque les abeilles adultes et le couvain. C'est une maladie virale, présentant des caractéristiques proches de ceux de la paralysie chronique (CBPV), et qui a été découverte au cours de travaux de laboratoire sur l'identification de l'agent causal de cette maladie (Bailey *et al.*, 1963).

Ce virus représente bien l'importance des interactions entre *Varroa* et la virulence des virus apiaires : il est fréquemment rencontré dans des colonies saines et asymptomatique et n'avait jamais été détecté en association avec d'autres maladies avant l'arrivée de *Varroa* en Europe (Faucon *et al.*, 1992), il présente des caractéristiques qui conduisent à le confondre avec d'autres maladies tel que l'Acariose, la Loque américaine, le couvain sacciforme, la Loque européenne et les intoxications (Fernandez et Coineau, 2007).

Chapitre II

GÉNÉRALITÉS SUR le *Varroa destructor*

II.1. Classification du *varroa destructor* :

Selon Anderson et Truman (2000) la classification du *Varroa destructor* est la suivante :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous embranchement : Chelicerata

Classe : Arachnida

Sous classe : Acari

Super ordre : Anactinotrichida (parasitiformes)

Ordre : Mesostigmata

Famille : Varroidae

Genre : *Varroa*

Espèce : *V. destructor*

On a trois autres espèces qui sont répertoriées (Fernandez et Coineau, 2007) :

- *Varroa jacobsoni* (Oudemans 1904)
- *Varroa underwoodi* (Delfinado-Baker, Aggarwal 1987)
- *Varroa rindereri* (Guzman, Delfinado-Baker 1996)

II.2. Morphologie du parasite

Le *varroa* est un ectoparasite de l'abeille visible à l'œil nu ; il présente un dimorphisme sexuel important. Les femelles adultes mesurent 1,1 mm de large et 1,6 mm de long, et sont de couleur brun foncé. Les mâles adultes sont beaucoup plus petits, de forme ovoïde d'environ 0,5 mm de diamètre, et sont de couleur crème (Mondet *et al.*, 2016).

II.2.1. Femelle

Elle a un corps ellipsoïdal, fortement sclérotisé avec la face ventrale aplatie et la face dorsale bombée. Sa couleur est brun claire à brun-rougeâtre (selon l'âge des individus). Dorsalement elle présente un large bouclier recouvert de poils (Fernandez et Coineau, 2007).

Sur la face ventrale, la femelle possède quatre paires de pattes courtes qui se terminent par une ventouse. Ces pattes sont constamment repliées sous le corps à l'exception de la première paire qui est en permanence tendue vers l'avant et porte des sensilles (Figure 09)

L'appareil buccal est de type piqueur-suceur. Il porte deux chélicères pointues qui perforent la cuticule de l'abeille (Habbi-Cherifi *et al.*, 2019).

II.2.2.Mâle

Les différences entre le mâle et la femelle sont très importantes et on peut reconnaître très facilement les deux sexes. Son corps est en forme de poire, sa couleur varie de jaune claire à blanc. Il est faiblement sclérotinisé, et ressemble aux formes immatures (Fernandez et Coineau, 2007).

Il mesure environ 0,75 à 1,0 mm de long et 0,7 à 0,9 mm de large. Son appareil génital est composé d'un testicule unique localisé dans la partie postérieure du corps. La partie mobile des chélicères est transformée en une structure tubulaire appelée spermadactyle, avec laquelle le mâle introduit le spermatophore dans les solénostomes de la femelle (Wendling, 2014).

Le mâle adulte est présent uniquement dans les alvéoles de couvain operculé où il a été pondu et a évolué en adulte. En effet, à l'émergence de la jeune abeille, le mâle meurt de façon inéluctable de déshydratation car il ne possède pas de pièce buccale lui permettant de percer la cuticule des abeilles pour se nourrir (Wendling, 2014). (Figure 09)

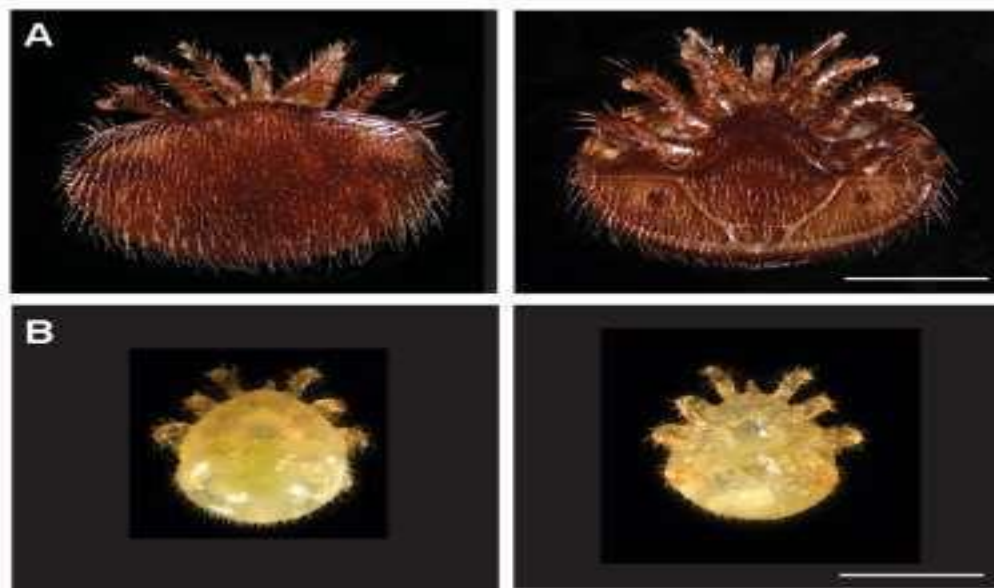


Figure 09: Morphologie de l'acarien *Varroa destructor*. Vues ventrales et dorsales d'une femelle adulte (A) et mâle (B) (Mondet *et al.*, 2016).

II.2.3. Formes immatures

Tout comme le mâle, les formes immatures sont rencontrées à l'intérieur des cellules du couvain de l'abeille. Trois stades immatures sont généralement distingués: la larve, la protonympe et la deutonympe (Robaux, 1986).

II.2.3.1. Larve

La larve est le premier stade après l'œuf. Elle est enfermée dans la membrane de celui-ci et débute son développement 24h après la ponte. Elle est inactive et immobile, elle est de forme sphérique et mesure 0.5mm de diamètre (Habbi-Cherifi *et al.*, 2019).

II.2.3.2. Protonympe

Elle est de couleur blanche et de forme arrondie. Elle possède quatre paires de pattes tendues vers l'extérieure et vers l'avant. Cette protonympe se déplace peu et elle est capable de percer la cuticule de la puppe d'abeille et de se nourrir de l'hémolymphe grâce au développement de ses chélicères. A ce stade, il est difficile de distinguer le mâle de la femelle (HABBI-CHERIFI *et al.*, 2019). A quelques heures de la mue qui l'amènera au stade deutonympe la protonympe devient immobile (Wendling, 2014). (Figure 10)



Figure 10: Stade protonympe de *Varroa destructor*
(Martin, 2010)

II.2.3.3. Deutonymphe

La deutonymphe prend l'aspect général propre à son sexe. Les pattes restent rigides et dirigées vers l'avant. Elle se déplace un peu plus que la protonympe et elle ne s'arrête pas de s'alimenter (Habbi-Cherifi *et al.*, 2019). (Figure 11)



Figure 11 : Stade deutonymphe *Varroa destructore* (Martin, 2010)

II.3. Cycle de vie de *varroa destructor*

Le cycle de vie comprend deux étapes distinctes : la phase phorétique et la phase reproductive. La première étape se déroule sur l'abeille adulte, quant à la deuxième, elle se déroule à l'intérieur d'une cellule de couvain d'abeille (Nazzi et Le Conte, 2015) (Figure 12).

II.3.1. Phase de reproduction

L'invasion de la cellule de couvain, qui représente le début de la phase reproductive, se produit quelques heures avant qu'une cellule contenant une larve d'abeille ne soit scellée (operculée). A l'intérieur de la cellule de couvain, l'acarien se nourrit de l'hémolymphe de l'abeille et pond ses œufs à la surface de la paroi cellulaire. L'acarien femelle qui entre la cellule pond normalement des œufs qui produisent d'abord un mâle puis quelques femelles. Les descendants s'accouplent entre eux (Nazzi et Le Conte, 2015). À l'émergence de l'abeille ouvrière il y a en moyenne 2 femelles varroas fécondées avec la femelle fondatrice.

La phase de production comprend aussi, le mimétisme chimique pour éviter d'être reconnu par les abeilles ouvrières, les stimuli impliquant des interactions mutuelles entre l'acarien et l'abeille et entre les acariens eux-mêmes interviennent dans chacune des étapes de cette phase de reproduction (Nazzi et Le Conte, 2015).

II.3.2. Phase phorétique

La phase phorétique correspond à la période où la fécondatrice et ses filles se font transporter par une abeille adulte dans la ruche, ou d'une ruche à l'autre, en la parasitant. Tandis que le mâle et les femelles qui n'ont pas eu le temps d'atteindre leur maturité restent dans la cellule et y meurent (Fernandez et Coineau, 2007 et Daspers, 2010).

Les femelles *Varroa* infestent préférentiellement les ouvrières de 12-14 jours (nourrices). Elles se positionnent alors entre les sternites ou les tergites de l'abeille mais également sur son thorax ou son abdomen (Anonyme, 2017). Lors de la phase de phorésie, la femelle adulte *varroa* se nourrirait régulièrement par des ponctions d'hémolymphe sur l'hôte.

La phase de phorésie n'apparaît pas cruciale pour le développement de la population du *varroa*, en dehors de son rôle dans la dissémination du parasite (Habbi-Cherifi *et al.*, 2019).

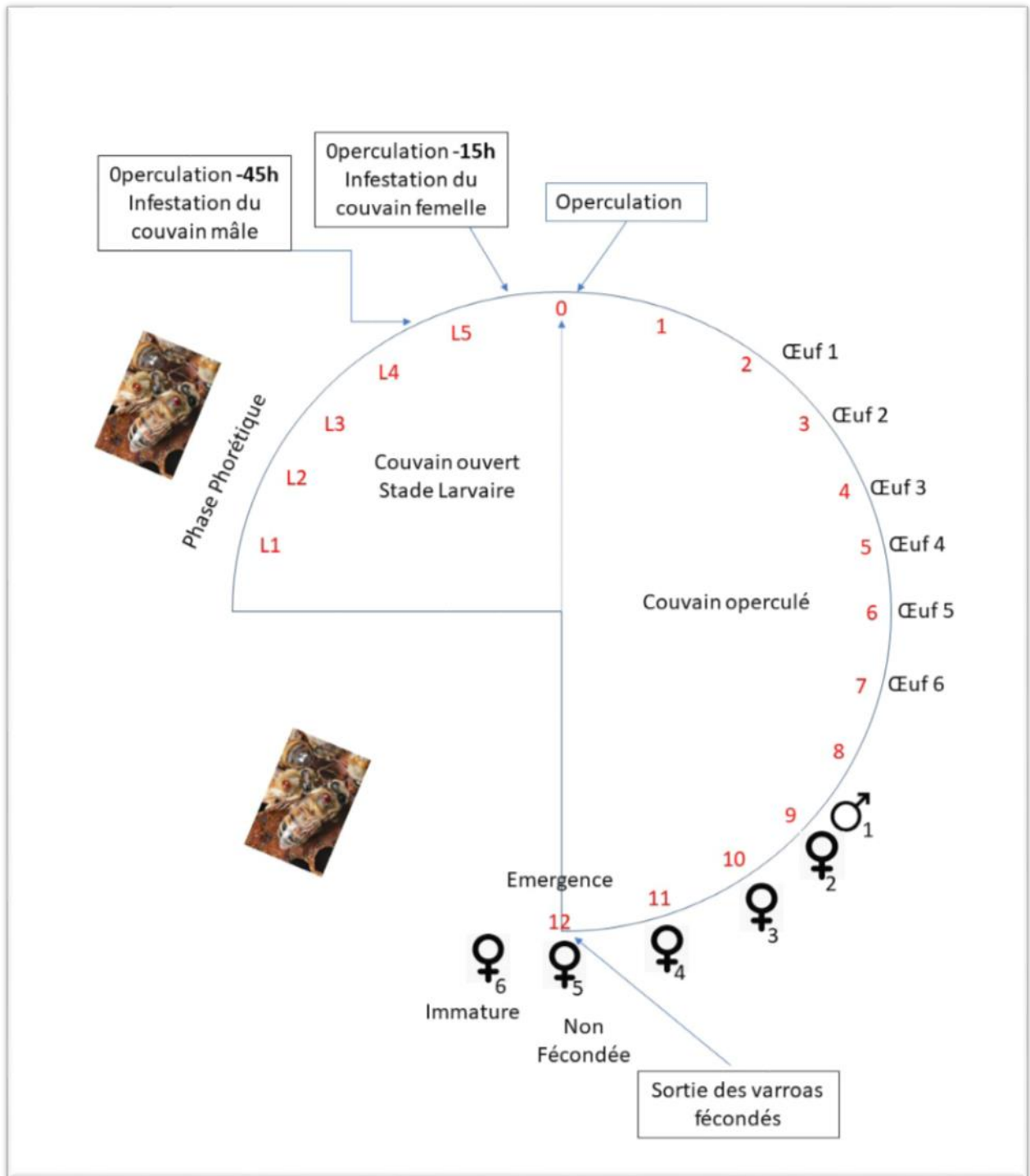


Figure 12 : Cycle de vie de *varroa destructor* (phase phorétique et phase de reproduction)

(Anonyme, 2020).

II.4. Sources de contamination

Les sources de contamination sont avant tout les autres colonies infestées. Notons que les produits de la ruche sont des milieux dysgénésiques pour le parasite, la source de contamination est donc bien la ruche infestée et non les produits de la ruche.

Le milieu extérieur peut également, dans une moindre mesure, être une source de contamination : la femelle *Varroa* peut survivre deux à dix jours dans le milieu extérieur selon la température et l'hygrométrie. Ainsi, on peut les trouver sur le matériel apicole (notamment lors de la récolte), sur une fleur, sur d'autres insectes (bourdons, guêpes) ou encore dans les ruches après effondrement de la colonie (Treilles, 2002).

II.5 .Modes de transmission

II.5.1. Transmission intracolonic

A lieu lorsqu'une ouvrière infestée transmet l'agent pathogène comme le *varroa destructor* vers le couvain, vers une ouvrière ou vers un faux-bourdon, et aussi quand un faux-bourdon infesté transmet l'agent pathogène vers une ouvrière ou un autre faux-bourdon. (Fernandez et Coineau, 2007).

II.5.2. Transmission intercolonie

La transmission entre colonies est très importante, car elle est à l'origine de la contamination des colonies où les niveaux d'infestation sont faibles par les « colonies réserves ». Ce phénomène modifie grandement la dynamique de population de *varroa* dans la colonie.

Les transmissions entre colonies peuvent s'effectuer de diverses façons :

II.5.2.1. Pilage

C'est un facteur important à prendre en considération dans la transmission horizontale intercolonie. Lorsqu'une colonie est forte, les abeilles gardiennes réussissent à bien se défendre contre les pillardes, mais compte une colonie est affaiblie (de petites ruches, des ruches malades etc..) elles sont facilement attaquées par les pillardes, en raison de l'inefficacité des gardiennes. Les pillardes entrées dans une colonie malade vont ramener très probablement avec elles, en plus de leur butin des agents pathogènes sur leurs corps (Fernandez et Coineau, 2007)

II.5.2.2 . Dérive des butineuses

Un facteur important contribuant à la menace que présente le *varroa destructor* sur les populations d'abeilles mellifères, l'incidence élevée de la transmission entre les colonies en raison de la dérive des abeilles (c'est-à-dire les butineuses, dans l'excitation vont se tromper de ruche au retour et foncer vers la plus proche) (Arnostein, Saldivar *et al.*, 2012).

II.5.2.3. Butinage sur des fleurs

Il s'agit d'une aire partagée où les abeilles peuvent laisser leurs parasites sur des fleurs, qui attendront l'arrivée d'une prochaine abeille (Peck, Smith *et al.*, 2016).

II.6 . Actions pathologiques

L'action du *Varroa destructor* sur la colonie d'abeille est très importante. D'une part, les modifications morphologiques et physiologiques, d'autre part, les individus affaiblis de la colonie deviennent beaucoup plus sensibles aux différents organismes pathogènes présents dans celle-ci.

Le parasitisme de *Varroa destructor* agit sur les abeilles adultes et sur le couvain selon trois actions : spoliatrice, mécanique et vectrice.

II.6.1. Action spoliatrice

La prise répétée de l'hémolymphe au cours de développement de l'abeille affaiblit celle-ci et perturbe son métabolisme (Habbi-Cherifi *et al.*, 2019). Une diminution du taux de protéines de la nymphe pouvant aller jusqu'à 20% ce qui compromet son développement (Colin, 1989).

II.6.2. Action mécanique

Les abeilles parasitées par un ou plusieurs varroas se trouvent gênées dans l'accomplissement de leurs tâches (diminution de la capacité de vol ainsi que de leur activité dans la ruche) ce qui entraîne la réduction de leur durée de vie (Fedrandez et Coineau, 2007). Le parasitisme entraîne également des malformations et une faiblesse de la jeune ouvrière, Une forte infestation provoque la mort de nymphes avant l'émergence et la naissance d'abeilles mutilées (Boecking et Genersch, 2008).

II.6.3. Action vectrice

Le *Varroa destructor* est capable de transmettre un certain nombre de champignons dont certains sont pathogènes pour l'abeille : *Aspergillus flavus* et *Ascospaera apis* (Benoit *et al.*, 2004). Le *varroa* pourrait également faciliter la réplication des virus au sein de abeilles tel que le virus des ailes déformées (DWV) et le virus de la paralysie aigue (ABPV). (Xiaolong *et al.*, 2005).

II.7. Evolution de l'infection de *varroa destructor*

Les changements simultanés du nombre de *varroa* et de la population d'abeille reflètent l'intensité de l'infection de varroas dans une colonie, il apparait que le niveau de l'infection du *varroa* dans une colonie varie en fonction des conditions climatiques (saisons) et les conditions interne de la colonie (Koumad, 2015).

L'étude réalisée par Koumad en 2015 montre que le cycle de vie de *varroa destructor* est lié à celui de son hôte, la population de *varroa* enregistre une diminution significative en période de chaleur extrême.

La population de *varroa* et le niveau d'infestation atteignent le maximum au printemps, avec un seuil de 15 000 individus, une déclinaison de cette population est observée vers la fin de cette saison avec un nombre moyen de 400 à 500 varroas.

II.8. Méthodes d'évaluation du niveau d'infestation des colonies

Les nombreuses conséquences d'une infestation *varroa* sur la performance et la survie des colonies mettent en évidence la nécessité pour les apiculteurs de disposer d'outils efficaces pour évaluer la pression en varroas de leurs colonies.

Il existe trois principales méthodes de diagnostic pour estimer la charge en *varroa* d'une colonie, le diagnostic de la charge en varroas phorétiques, diagnostic de la charge en varroas en reproduction, diagnostic de la mortalité naturelle des varroas. Ces outils ne constituent pas des estimateurs parfaits et il reste difficile d'estimer le nombre total de varroas présents dans une colonie (Dieteman *et al.*, 2013).

La méthode de la mortalité naturelle dite « des chutes naturelles », elle est largement répondue dans le milieu apicole vu la facilitée de sa réalisation, cette méthode présente l'avantage de ne pas nécessiter l'ouverture de la colonie pour faire l'évaluation. Elle consiste

au placement d'un plancher grillagé sous la ruche avec un plateau de comptage disposé en dessous. Les varroas morts qui tombent au fond de la ruche se retrouvent ainsi sur le plateau (communément appelé lange). Il suffit de compter le nombre de varroas présents sur le plateau pour estimer la charge, exprimée le plus souvent en nombre de varroas par jour (Mondet *et al.*, 2016).

II.9. Luttés contre l'agent pathogène *varroa destructor*

Les moyens utilisés par les apiculteurs sont la lutte chimique qui fait appel à des molécules synthétiques, lutte biologique par application des huiles essentielles, et la lutte biotechnique.

II.9.1. Lutte chimique

Depuis l'apparition du varroa, plusieurs molécules chimiques ont été mises en application dans plusieurs pays du monde. Les plus appliqués sont à la base de Fluvalinate (Apistan®), Klarton®), d'Amitraz (Apivar®), de Fluméthrine (Bayvarol®) et de Coumaphose (Perizin®) (Habbi-Cherifi *et al.*, 2019).

L'emploi intensif de ces produits crée des générations de *Varroa* résistantes (Moussaoui *et al.*, 2014). De plus, il a été constaté que certains résidus d'acaricides issus de la dégradation de ces molécules s'accumulent dans la cire et provoquent la pollution des produits de la ruche (Bogdanov *et al.*, 1995). (Tableau 03)

Tableau 03 : Quelques acaricides utilisés pour lutter contre le *Varroa* et leur mode d'emploi (Ravazzi, 2003).

Nom du produit	Principe actif	Mode d'emploi
Amitraz	Triazapentadiène	Pulvérisation, vaporisation, fumigation
Apistan, Klartan, Mavrik	Fluvalinate	Systemique
Bayvarol	Fluméthrine	Systemique
Périzin	Coumaphos	Systemique

II.9.2. Lutte biologique

L'apparition des phénomènes de résistance et la présence de résidus lors de l'utilisation des acaricides, ont poussés les apiculteurs à prendre d'autres traitements alternatifs en considération. Il s'agit de l'utilisation de produits naturels comme de l'*acide oxalique*, de l'*acide formique* et des *huiles essentielles*

II.9.2.1. Acide oxalique

L'acide oxalique est un acide organique, c'est un constituant naturel du miel et il est très efficace contre l'acarien *varroa*. L'utilisation de l'acide oxalique a augmenté ces dernières années (Charrière et Imdorf., 2002).

L'acide oxalique donne de bons résultats, y compris à l'automne, sous des températures peu élevées. L'usage de l'acide oxalique se fait généralement en octobre, un traitement continu a base exclusive d'acide oxalique pourrait également donner de bons résultats, mais comporte le risque d'endommager le couvain s'il reçoit trop de produit (Ravazzi, 2003).

II.9.2.2 .Acide formique

Le traitement par l'acide formique (CH₂O₂), donne indubitablement des résultats satisfaisants, mais dont l'utilisation comporte des inconvénients notables, le produit est tout d'abord difficile à administrer. Les traitements avec cet acide se fait entre deux et quatre fois par an et de préférence en absence de hausse, les risques de nuire au couvain et à la reine sont en outre relativement faibles (Ravazzi, 2003).

II.9.2.3. Huiles essentielles

Les huiles essentielles et leurs composants offrent une alternative intéressante aux acaricides synthétiques pour la lutte contre *Varroa jacobsoni*. Ils sont généralement peu coûteux et la plupart présentent peu de risques pour la santé (Imdorf *et al.*, 1999), et aussi sur l'environnement (Moussaoui *et al.*, 2014).

Le thymol est un phénol que l'on trouve dans l'huile essentielle de thym et d'autres plantes. Le thymol de synthèse se présente sous forme de cristaux incolores avec une odeur aromatique caractéristique. (Marie-Odile, 2009).

Si le thymol est utilisé pendant une miellée, le risque est grand que les résidus de thymol dans le miel atteignent des niveaux supérieurs au seuil gustatif (Bogdanov, 1998). Si les colonies d'abeilles ont été traitées avec des acaricides à base de thymol dans des conditions climatiques modérées après la récolte du miel en août et septembre, les résidus dans le miel seront faibles et sans danger (Bogdanov, 2005).

II.9.3 . Lutte biomécanique

La lutte contre le *varroa destructor* n'est pas qu'une affaire de traitements en fin de saison. Quelques méthodes mécaniques permettent de gêner la progression de l'infection tout au long de l'année (Ballis, 2010), voyons brièvement quelles sont techniques biomécaniques d'après (Ravazzi, 2003) :

- Retrait du couvain de faux bourdons, ou le varroa pond plus volontiers (ou supprimer toujours le couvain de mâles operculé).
- Cadre-piège qui oblige la reine à pondre sur un seul rayon ou se concentreront pratiquement tous les varroas en âge de se reproduire.
- Blocage de la ponte pendant vingt et un jour (avec remplacement ou enfermement de la mère dans une cage), de manière à faire naître toutes les abeilles et les varroas, puis traitement avec des produits destinés à provoquer la chute de des derniers.
- Un bon usage des produits chimiques afin d'éviter l'apparition de groupe de varroa résistant aux traitements.

Chapitre III

MATERIEL ET METHODES

Notre étude a été réalisée au sein du laboratoire de production animale ,au niveau de département des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

L'objectif de notre travail est d'étudier les effets du parasitisme par *Varroa destructor*, sur la morphométrie des abeilles émergentes chez notre race locale *Apis mellifera intermissa*.

III.1. Matériel

III.1.1. Matériel non biologique

III.1.1.1 Matériel utilisé sur le terrain et au laboratoire

Le matériel utilisé sur le terrain et au laboratoire se trouve dans l'annexe 01.

III.1.2. Matériel biologique

Le matériel biologique est constitué de l'abeille domestique locale *Apis mellifera intermissa* plus précisément l'abeille émergente saine et parasitée par *Varroa destructor* (Figure 20, 21).



Figure 13 : Abeille émergente saine
(Photo originale).



Figure 14 : Abeille émergente
parasitée par *Varroa destructor*
(Photo originale).

III.2. Présentation du site d'échantillonnage

III.2.1. Position géographique

Les échantillons d'abeilles faisant partie de cette étude proviennent d'un rucher privé qui se trouve dans la région de Betrouna, village Ighil Ouberouak, lieu-dit « Tala Oughanim », à environ 5 km de la ville de Tizi-Ouzou, et à une altitude de 680 m' au-dessus du niveau de la mer.

Le site est entouré au nord par la ville de Tizi-Ouzou, à l'est par la région de Bouhinoun et Beni Zmenzar, à l'ouest par la commune de Tirmatine, et au sud par la commune de Maâtkas (Figure 15).

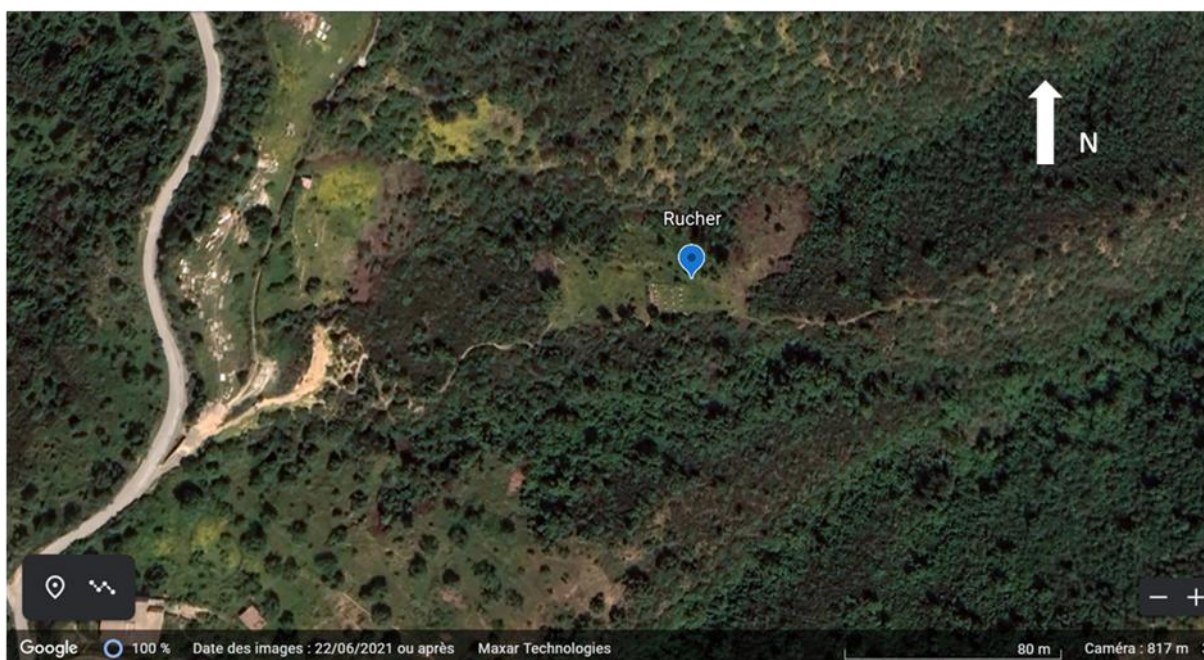


Figure 15 : Situation de la zone d'étude (Google Earth, 2022).

[Google Earth](#) (date de consultation 18/09 /2022).



Figure 16 : Rucher (Photo originale)

III.2.2. Climat

Le climat désigne l'ensemble des éléments météorologiques qui caractérisent les conditions moyennes et extrêmes de l'atmosphère sur une région donnée de la surface du globe et pendant une longue période de temps (Maljean-Dubois, 2018).

L'impact du changement climatique sur l'abeille peut s'envisager à plusieurs niveaux. Il peut agir directement sur leur comportement et leur physiologie. Il peut modifier la qualité de l'environnement floral et augmenter, ou réduire, les capacités de récoltes et de développement des colonies (Le Conte *et al.*, 2008).

III.2.2.1. Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale du fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (Ramade, 1984). La pluviométrie agit sur la vitesse du développement des animaux, sur leur longévité et sur leur fécondité. (Dajoz, 1982)

III.2.2.2. Température

La température étant un facteur écologique important, son influence s'étend tout au long du cycle évolutif de nombreuses espèces sur tous les stades du développement (Toudji *et al.*, 2022).

III.2.2.3. Vent

C'est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat, d'après (Faurie *et al.*, 2012), Le vent exerce une grande influence sur les êtres vivants.

III.2.2.4. Synthèse climatique

Pour définir les caractéristiques du climat de notre région d'étude, nous avons utilisé l'indice le plus utilisé en région méditerranéenne à savoir le diagramme ombrothermiques de Bagnouls et Gausson (1953).

➤ Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse

Ce diagramme représente sur un même graphique les courbes de pluie et de température qui permettent de délimiter la durée de la période sèche et humide (Figure 17).

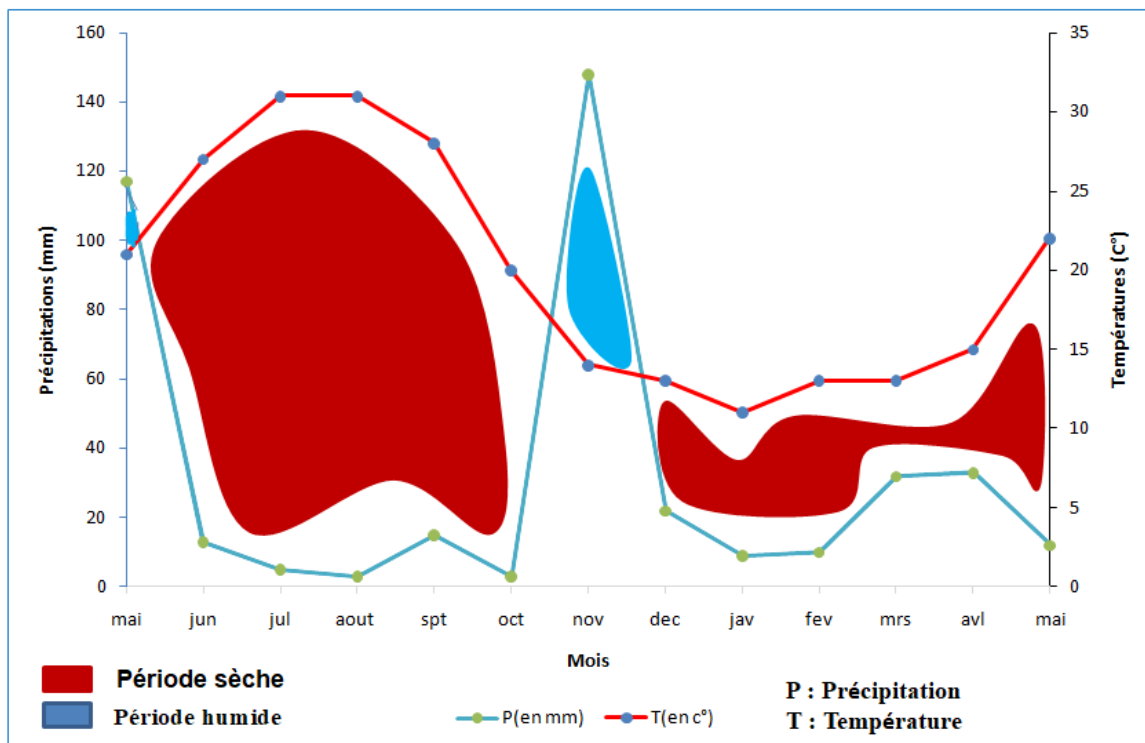


Figure 17: Diagramme de Gausse de la région de Tizi-Ouzou de Mai 2021 à Mai 2022 (Historique-météo.net)

Pour l'année 2021-2022, le régime pluviométrique de la région de Tizi-Ouzou n'est pas stable (figure 17). Les mois les plus humides étaient mai et novembre 2021 avec une moyenne de précipitation respective 117 mm et 148 mm.

Les mois d'Août et Octobre 2021 sont considérés les plus faibles en moyenne de précipitation avec une moyenne qui ne dépasse pas les 3 mm de pluie. Le volume total enregistré durant toute l'année est de 422 mm.

Durant l'année 2021-2022 pour la région de Tizi-Ouzou, la température la plus basse enregistrée c'est en mois de janvier avec une moyenne qui ne dépasse pas 11 °C, et pour les mois les plus chauds sont Juillet et Aout avec une moyenne de 31 °C.

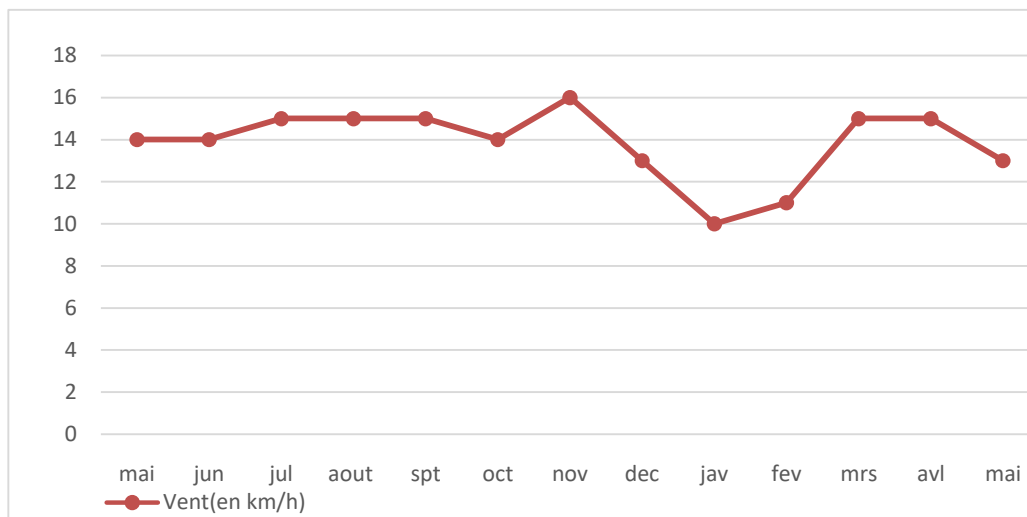


Figure 18 : Vitesse du vent de la wilaya de Tizi-Ouzou de Mai 2021 à Mai 2022
(Historique-météo.net)

Durant l'année de Mai 2021 jusqu'à Mai 2022 la vitesse maximale des vents est de 16 m/s soit (57,6 km/h), cette vitesse est notée en mois de novembre 2021 (Figure 18).

III.2.3. Données bibliographiques sur la flore de la région d'étude

La région de Betrouna se caractérise par une couverture végétale variée, d'après les données collectées auprès de la direction de conservation des forêts de la wilaya de Tizi-Ouzou, voici les principales plantes mellifères qui avoisinant le rucher (Tableau 04).

Tableau 04 : Principales plantes mellifères avoisinant le rucher de la région d'étude

Nom commun	Famille	Genre	Espèce
Réséda blanc	Resedaceae	<i>Reseda</i>	<i>Reseda alba</i>
Férule	Apiaceae	<i>Ferula</i>	<i>ferula communis</i>
Bruyère	Ericaceae	<i>Erica</i>	<i>Erica arborea</i>
Figuier de barbarie	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>Opuntia vulgaris</i>
Bourrache	Boraginaceae	<i>borago</i>	<i>Borago officinalis</i>
Artichaut sauvage	Cynara	<i>Cynara cardunculus</i>	<i>Cynara scolymus sp</i>
Petite camomille	Asteraceae	<i>Matricaria</i>	<i>Matricharia sp</i>
Scolyme d'Espagne	Asteraceae	<i>Scolymus</i>	<i>Scolymus hispanicus</i>
Lavande stéchine	Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	<i>Lavandula stoechas</i>
Ammi élevé	Apiaceae	<i>Ammi</i>	<i>Ammi majus L</i>
Oxalis pes-caprae	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>Oxalis pes-caprae</i>
Coquelicot	Papaveraceae	<i>Papaver</i>	<i>Papaver rhoeas</i>

III.3.Méthode

III.3.1. Echantillonnage des abeilles émergentes

Les abeilles émergentes saines et parasitées par *Varroa destructor* prélevées sont conservées dans l'éthanol à 70%.

III.3.2. Méthode utilisé au laboratoire

Les mesures des différents paramètres morphométriques des abeilles saines et infectées par *V. destructor* que nous avons choisi pour notre étude sont prises grâce à une loupe binoculaire équipée d'un micromètre.

III.3.3. Paramètres morphométrique retenus

III. 3.3.1. Au niveau de la tête

L'étude morphométrique au niveau de la tête est portée sur les paramètres suivants : La largeur de la tête, la longueur de l'antenne (flagelle, scape et pédicelle) et la longueur de l'appareil buccal (figures 19, 20 et 21).



Figure 19 : Mesures de la tête
(Photo originale)

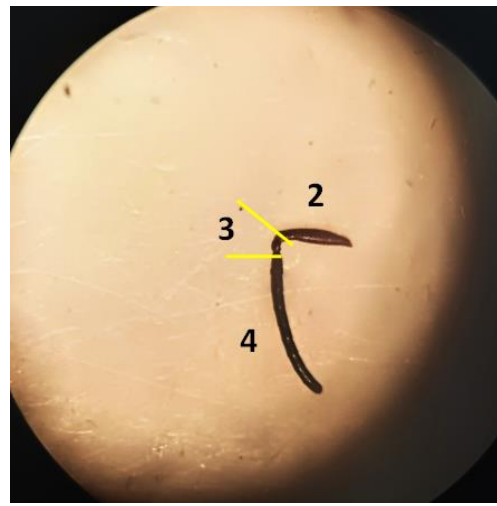


Figure 20 : Mesures de l'antenne
(Photo originale)

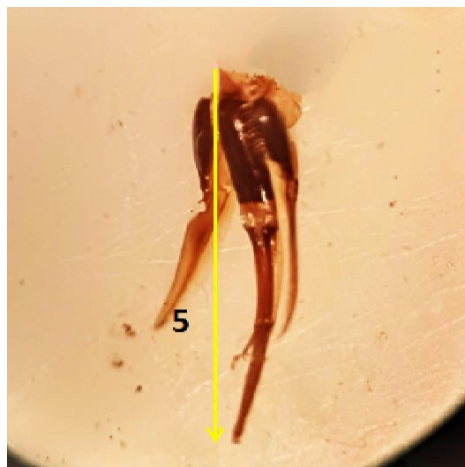


Figure 21 : Mesures de l'appareil buccal d'abeille (Photo originale)

1 : Largeur de tête, **2** : Scape, **3** : Pédicelle, **4** : Flagelle, **5** : Longueur de langue.

III. 3.3.2. Au niveau de thorax

Les paramètres morphométriques au niveau du thorax sont : la largeur de thorax (figure 22), les dimensions des ailes antérieures et postérieures (figures 23 et 24) et enfin les dimensions des pattes postérieures (longueur de fémur, longueur de tibia, longueur et largeur de métatarse) (figure 25).



Figure 22 : Mesures de la largeur du thorax d'abeille (Photo originale)



Figure 23 : Mesures d'aile antérieure d'abeille (Photo originale)

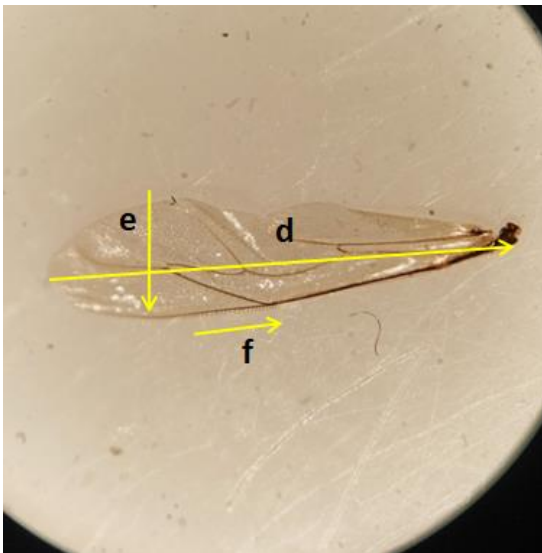


Figure 24 : Mesures d'aile postérieure (Photo originale)



Figure 25: Mesures de Patte postérieure (Photo originale)

a : Largeur de thorax, **b** : Longueur aile antérieure, **c** : Largeur aile antérieure, **d** : Longueur aile postérieure, **e** : Largeur aile postérieure, **f** : Nombre et étendue des crochets, **g** : Longueur de fémur, **h** : Longueur de tibia, **i** : Longueur de métatarse, **j** : Largeur de métatarse.

III. 3.3.3. Au niveau de l'abdomen

Les paramètres morphométriques étudiés au niveau de l'abdomen sont : La taille corporelle (longueur de T3 +T4) et l'indice de minceur (longueur de T6/largeur de T6 x 100) (Figures 26, 27 et 28).



Figure 26 : Mesures tergite n°3 (T3)

(Photo originale)

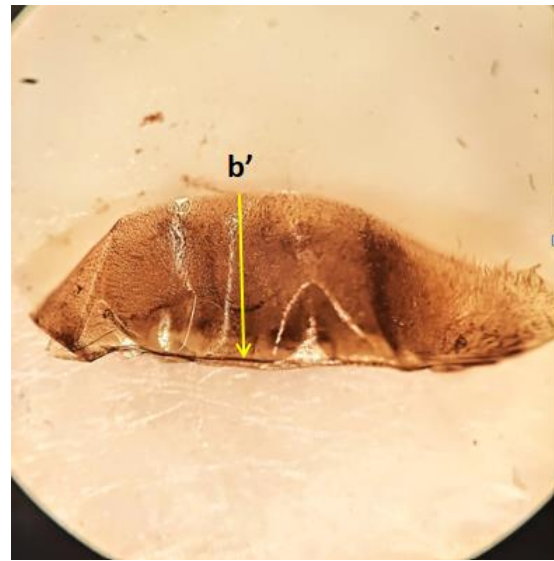


Figure 27 : Mesures tergite n°4 (T4)

(Photo originale)



Figure 28: Mesures tergite n°6 (Photo originale)

a' : Longueur de tergite n°3, **b'** : Longueur de tergite n°4, **c'** : Longueur de tergite n°6, **d'** :
Largeur de tergite n°6.

III.4. Analyse statistique

Les valeurs moyennes (s) des paramètres morphométriques obtenues chez les abeilles saines et les abeilles parasitées ont été comparées avec le test student avec un seuil de signification de 5%.

P>0,05 : différence non significative.

P<0,05 : différence significative.

P<0,01 : différence très significative.

P<0,001 : différence hautement significative.

Chapitre IV

RESULTATS ET DISCUSSION

IV.1.Résultats

IV.1.1. Effet de *varroa destructor* sur les caractéristiques morphométriques

IV .1.1.1. Poids corporel

L'analyse statistique par le test Student montre que le parasitisme par *Varroa destructor* provoque une diminution significative du poids corporel chez les abeilles émergentes parasitées ($p=0,046$). Cette diminution atteint 11,4% (Figure 29).

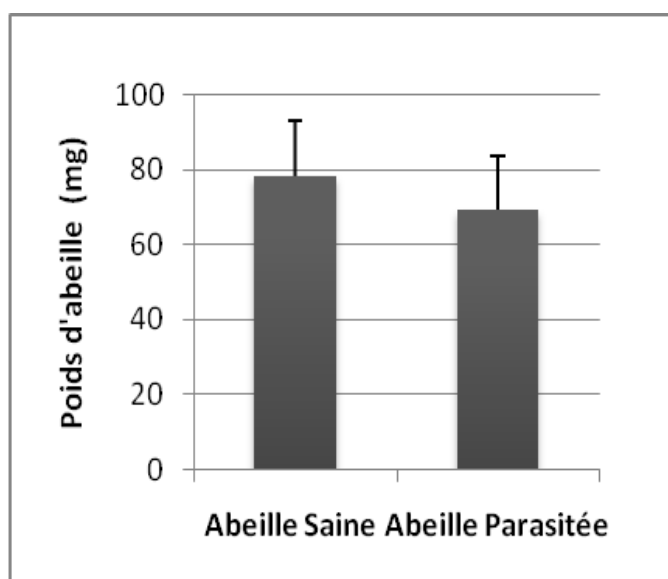


Figure 29 : Effets de *Varroa destructor* sur le Poids corporel des AE.

IV.1. 1.2. Au niveau de la tête

L'analyse statistique par test student montre que parmi les six paramètres choisis au niveau de la tête, quatre paramètres ont subi des différences hautement significatives ($P < 0,001$). La largeur de tête enregistre une diminution de 6,44%. Quant aux trois longueurs antennaire (longueur de flagelle, longueur de pédicelle et la longueur totale de l'antenne), elles connaissent des réductions sévères respectivement égales à 9,09%, 18,75% et 7,72%.

Une différence très significative ($P = 0,007$) est notée pour la longueur de scape antennaire, une diminution de 7%. Par contre aucun effet significatif ($P = 0,02$) est enregistré au niveau de la longueur de l'appareil buccal (Figures 30 à 35).

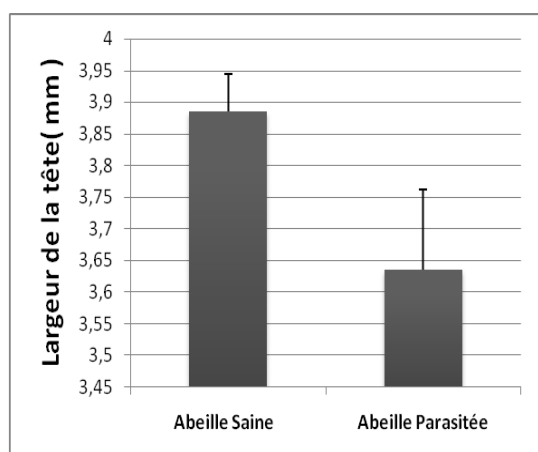


Figure 30 : Effets de *Varroa destructor* sur la largeur de la tête chez les AE

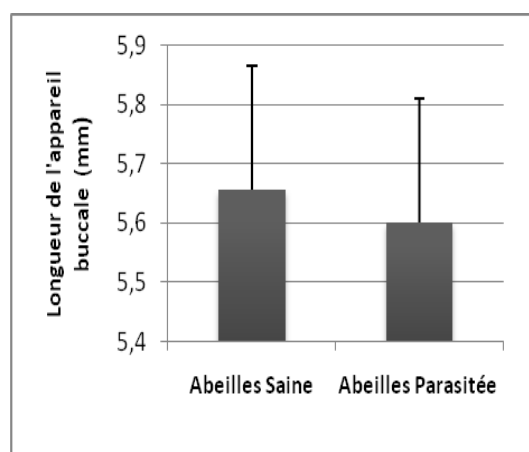


Figure 31 : Effets de *Varroa destructor* sur la longueur de l'appareil buccal chez les AE

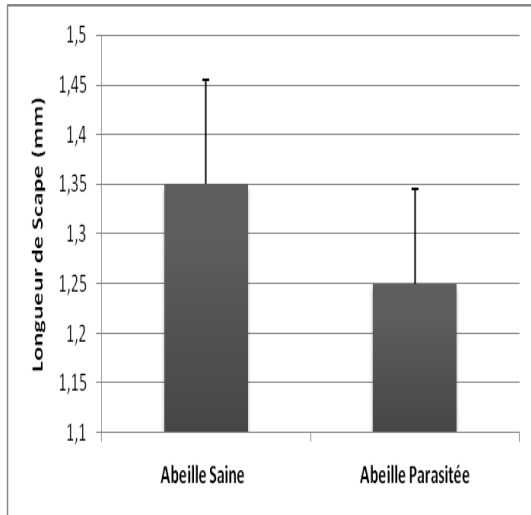


Figure 32 : Effets de *Varroa destructor* sur la longueur de scape chez les AE

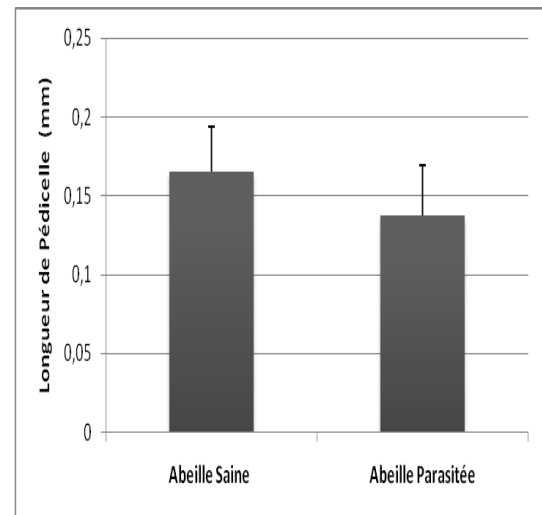


Figure 33 : Effets de *Varroa destructor* la longueur de pédicelle chez les AE

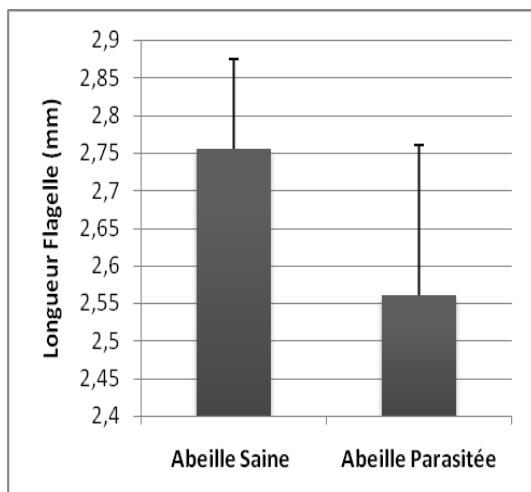


Figure 34: Effets de *Varroa destructor* sur la longueur de Flagelle antennaire des AE

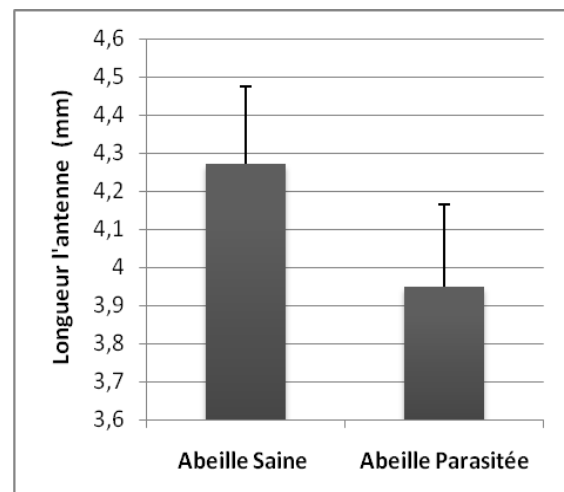


Figure 35: Effets de *Varroa destructor* sur la longueur de l'antenne des AE

IV.1. 1.3. Au niveau de thorax

L'analyse statistique par le test student montre que, parmi les 11 paramètres morphologiques sélectionnés au niveau du thorax, 9 paramètres ont subi des diminutions à des degrés différents. Le caractère le plus affecté par ce parasite, est la largeur de thorax (15,36%), suivi de la largeur des ailes postérieures (8,98%).

IV.1.1.3.1. Largeur du thorax et dimensions des ailes antérieure et postérieures

Une diminution sévère ($P < 0,001$) est observée pour la largeur de thorax qui égale à 15,36% (Figure 36). Quant aux ailes antérieures des abeilles parasitées, on a noté des changements très significatifs en longueur ($P = 0,0093$) et en largeur ($P = 0,0029$). Ces réductions atteignent respectivement 5,06% et 8,05% (Figure 37). Des réductions remarquables sont également observées au niveau la largeur des ailes postérieures ($P = 0,0021$) des individus parasités atteignant 8,98% (Figure 40). Des effets moins accentués sont notés pour l'étendue des crochets des ailes postérieures ($P = 0,0017$) soit une diminution de 6,1 % (Figure 42).

Par contre nous n'avons enregistré aucun effet significatif pour la longueur des ailes postérieures et le nombre de crochets alaires ($P > 0,05$) (Figures 39 et 41)

IV.1. 1.3.2. Différents segments des pattes postérieures

Pour ce qui est des pattes postérieures, une différence hautement significative ($P > 0,001$) est notée entre les abeilles saines et parasitées pour la longueur de tibia, la réduction au niveau de ce paramètre est de 4,2% (Figure 44).

La longueur de fémur ($P = 0,007$) et la largeur de métatarse ($P = 0,03$) connaissent de réductions respectives de 5,11% et 5,69% (Figures 43 et 45). La longueur du métatarse ($P = 0,05$) est le moins affecté par cet hématophage soit une diminution de 2,38% (Figure 46).

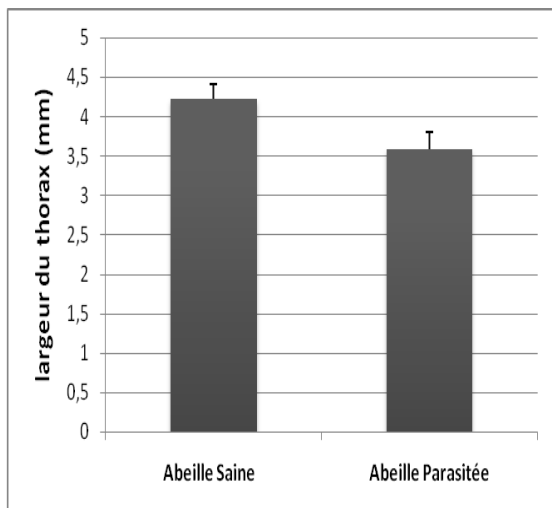


Figure 36 : Effets de *Varroa destructor* sur la largeur de thorax chez les AE

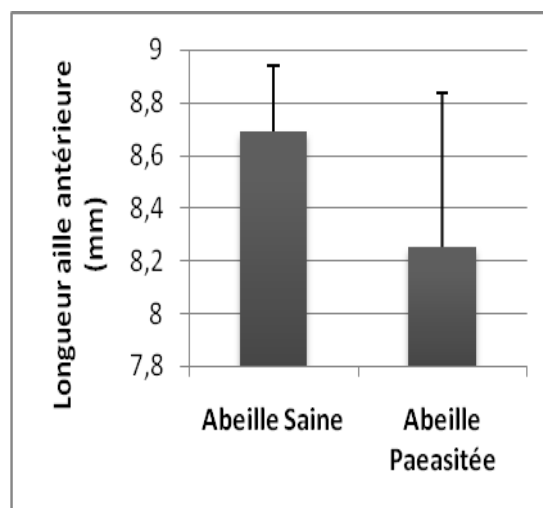


Figure37: Effets de *Varroa destructor* sur la longueur de l'aile antérieure chez les AE

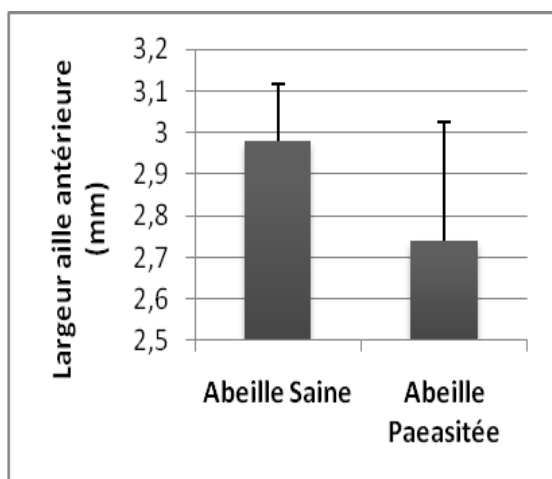


Figure 38 : Effets de *Varroa destructor* sur la largeur de l'aile antérieure chez les AE

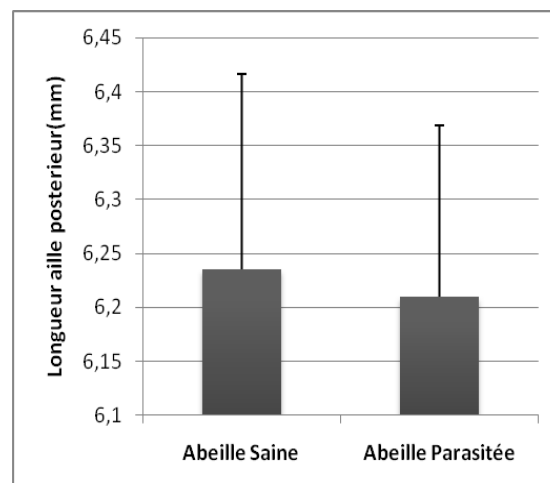


Figure 39 : Effets de *Varroa destructor* sur la longueur de l'aile postérieure chez les AE

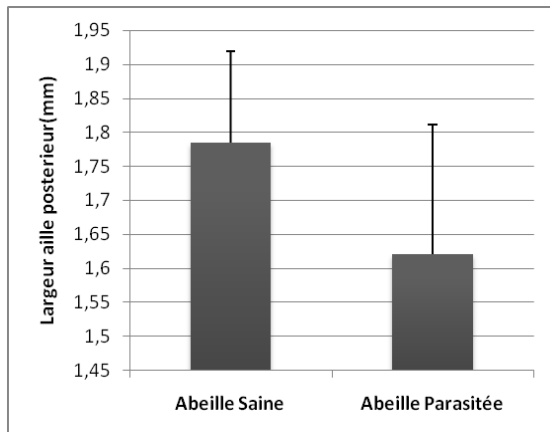


Figure 40 : Effets de *varroa destructor* sur la largeur de l'aile postérieure des AE

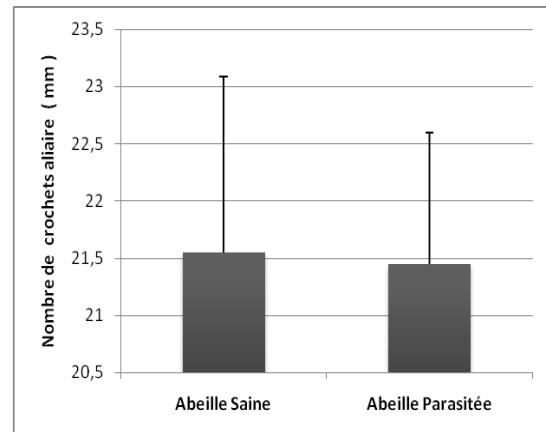


Figure 41 : Effets de *varroa destructor* sur le nombre de crochets alaire des AE

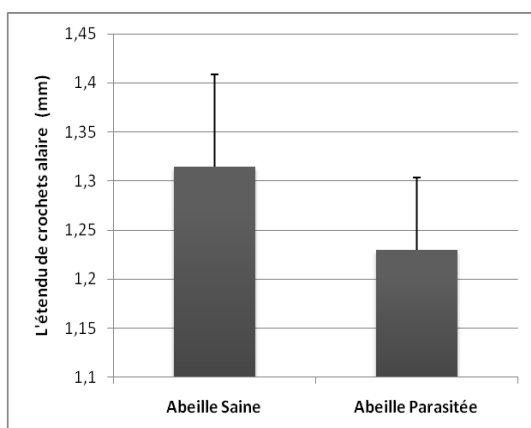


Figure 42: Effets de *varroa destructor* sur l'étendue de crochets alaire des AE

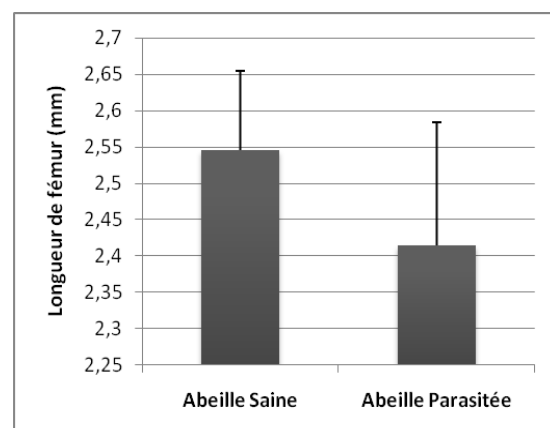


Figure 43 : Effets de *varroa destructor* sur la longueur de fémur des AE

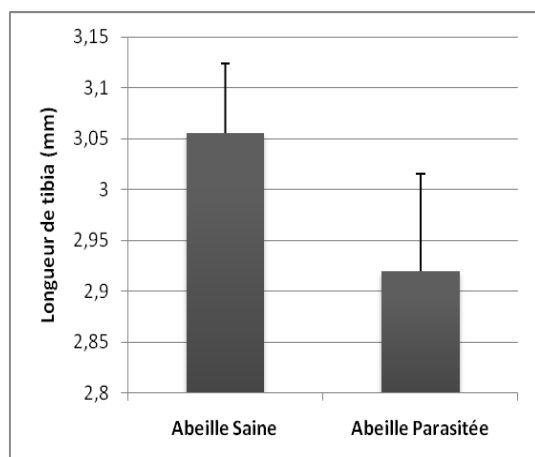


Figure 44 : Effets de *varroa destructor* sur la longueur de tibia des AE

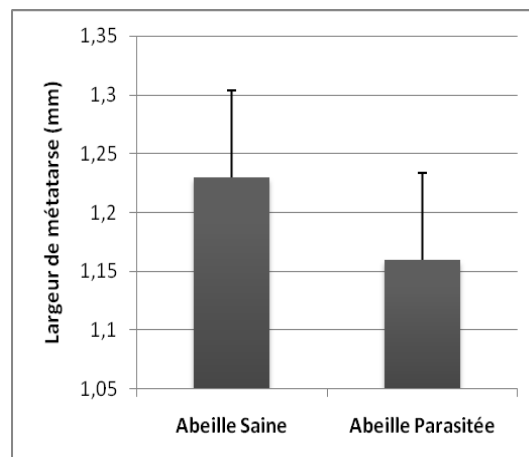


Figure 45 : Effets de *varroa destructor* sur la largeur de métatarse des AE

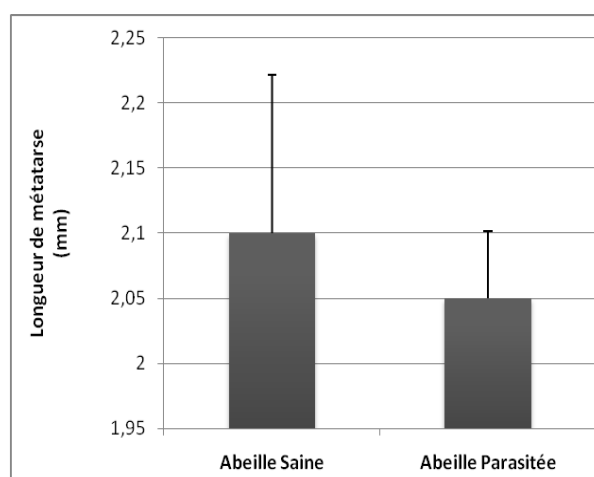


Figure 46 : Effets de *varroa destructor* sur la longueur de métatarse des AE

IV. 1.1.4. Au niveau de l'abdomen

Les effets de *Varroa destructor* au niveau de l'abdomen sont illustrés dans les figures 47 et 48. Ils sont hautement significatifs pour la taille corporelle ($P < 0,001$) soit une réduction de 9,01%. Pour l'indice de minceur représenté par le rapport longueur et largeur T6 enregistré seulement 3,12% de diminution est notée.

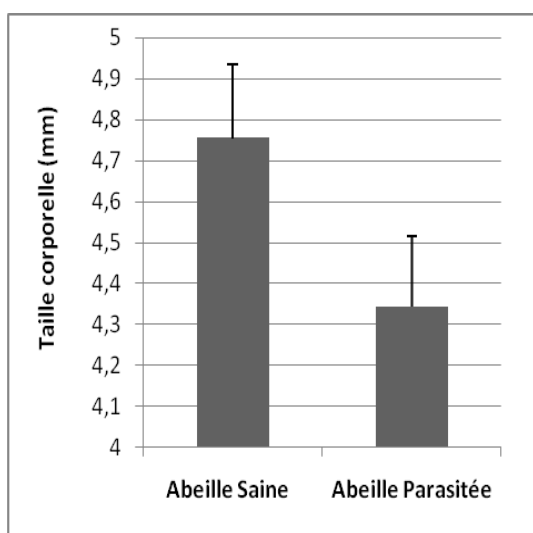


Figure 47: Effets de *varroa destructor* la taille corporelle (LT3+LT4) chez les AE

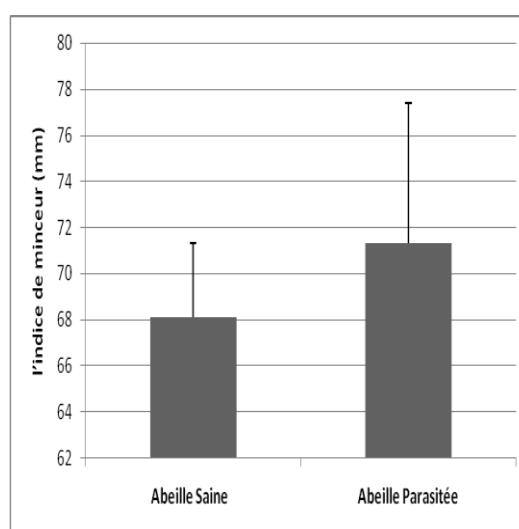


Figure 48 : Effets de *varroa destructor* sur l'indice de minceur (LT6/IT6) chez les AE

- Les résultats de l'effet de *Varroa destructor* sur la morphométrie de l'abeille sont représentés dans le Tableau récapitulatif 05 :

Tableau 05 : Récapitulatif des paramètres morphométriques étudiés

Paramètres morphométriques	Abeilles saines (m ±s)	Abeilles parasitées (m ±s)	Réduction %
Poids corporel	78,09 ± 15,12	69,17 ± 14,5	11,4
Largeur de la tête	3.88 ± 0.05	3.63 ± 0.12	6,44
Longueur de l'appareil buccal	5.65 ± 0.21	5.6 ± 0.21	-
Longueur de scape	1.35 ± 0.10	1.25 ± 0.09	7
Longueur de pédicelle	0.16 ± 0.02	0.13 ± 0.03	18,75
Longueur de flagelle	2.75 ± 0.11	2.5 ± 0.2	9,09
Longueur de l'antenne	4.27 ± 0.20	3.94 ± 0.21	7,72
Largeur de thorax	4,23 ± 0,18	3,58 ± 0,21	15,36
Longueur d'aile Antérieure	8,69 ± 0,25	8,25 ± 0.58	5,06
Largeur d'aile antérieure	2.98 ± 0.13	2.74 ± 0.28	8,05
Longueur d'aile postérieure	6,23 ± 0.18	6,21 ± 0.15	-
Largeur de l'aile postérieure	1,78 ± 0.13	1,62 ± 0.19	8,98
Nombre des crochets d'abeille	21,55 ± 1,53	21,45 ± 1,14	-
Étendu des crochets Alaire	1,31 ± 0.093	1,23 ± 0.073	6,1
Longueur du Fémur	2.54 ± 0.10	2.41 ± 0.16	5,11
Longueur du Tibia	3,05 ± 0.068	2,92 ± 0.095	4,2
Largeur de métatarse	1,23 ± 0,073	1,16 ± 0.075	5,69
Longueur de métatarse	2,1 ± 0,12	2,05 ± 0,05	2,38
Taille corporelle(LT3+LT4)	4,77 ± 0,166	4,345 ± 0,165	9,01
Indice de minceur (LT6/IT6)	68,09 ± 3,15	71,32 ± 5,79	3,12

IV.2. Discussion

Plusieurs études sont consacrées à la caractérisation morphologique de l'abeille *Apis mellifera* L (Cornuet *et al.*, 1982 ; Cornuet et Fresnaye, 1989 ; Hepburna et Radloff, 2004 ; El-Aw *et al.*, 2012 ; Paraïso *et al.*, 2011).

L'étude des caractéristiques morphologiques de l'*Apis mellifera intermissa* est réalisée dans un premier temps par Ruttner (1968), suivi de Berkani *et al.*, (2005). Cependant à notre connaissance les travaux portant sur l'impact de *Varroa destructor* sur la morphométrie de l'abeille (*Apis mellifera* L) restent fragmentaires (Daly *et al.*, 1982 ; Marcangeli *et al.*, 1992 ; Achou et Soltani, 1997 ; Belaïd et Doumandji, 2010 ; Belaïd *et al.*, 2017). L'impact de cet ectoparasite s'est manifesté sur les paramètres morphologiques et également sur le fonctionnement du système immunitaire et physiologique (Weinberg et Madel, 1985; Achou et soltani, 2017 ; Belaïd et Doumandji, 2010 ; Belaïd et Brenkia-Saadi, 2017) engendrant l'infection de l'hémolymphe par les particules virales telles le virus des ailes déformés (Dubois et Dalmon, 2020 ; Martin *et al.*, 2010) la contamination bactérienne (Belaïd *et al.*, 2018) fongique (Belaïd, 2017).

Dans notre étude, nous avons présenté les effets du parasitisme par *Varroa destructor*, au niveau de différents paramètres morphométriques chez les abeilles émergentes de la race *Apis mellifica intermissa*, appelée communément Tellienne du nom de l'Atlas tellien, est une sous-espèce d'abeilles maghrébines de couleur noire. On la retrouve en Algérie au Maroc, et en Tunisie (Barour *et al.*, 2005 ; Floris *et al.*, 2007; Barour et Baylae, 2016 ; Aglagane *et al.*, 2022) .

Les résultats obtenus montrent des différences significatives entre le poids corporel des abeilles émergentes saines et les abeilles infestées. Une diminution de 11.4% a été notée. Achou et Soltani (1997) ont rapporté une perte plus accentuée du poids des abeilles collectées en hiver atteignant 24 %.

Au niveau de la tête, les paramètres pour lesquels on a enregistré des diminutions sont la largeur de la tête et la longueur des différents segments de l'antenne (scape, pédicelle, flagelle et la longueur totale de l'antenne). D'après Fayet (2019), une abeille ne peut pas vivre privée de ses antennes, vu leur importance à lui fournir une énorme quantité d'information, qui la relie fondamentalement au monde extérieur : odeur, gout, humidité et récepteurs mécano-

sensoriels.

Dans le présent travail, le pédicelle est le paramètre le plus touché par ce mite, soit une réduction enregistrée de 18,75%. Belaïd *et al.*, (2017) ont observé qu'une forte infection par le *Varroa destructor*, provoque une diminution significative de 8,7% pour la longueur de flagelle antennaire ainsi qu'une réduction estimée à 2,27% pour la largeur de la tête. Achou et Soltani(1997) n'ont enregistré aucun effet significatif pour la longueur totale de l'antenne.

Un autre paramètre morphométrique retenu est la longueur de la langue. Selon Ravazzi (2003) ; ce caractère varie en fonction des races. Il est légèrement plus court chez les faux bourdons. Il est indispensable aussi bien pour aspirer le nectar que pour fabriquer le miel et la cire. C'est la raison pour laquelle on a tendance aujourd'hui à sélectionner des souches d'abeilles dotées d'une très longue langue, parfaitement adaptée aux fleurs dont les nectaires sont plus profonds.

Nos résultats montrent que la *Varroa destructor* n'a montré aucun effet significatif sur la longueur de la langue des abeilles ouvrières émergentes. Par contre Achou et Soltani, ils ont révélé une diminution significative de 7,3%.

Nos résultats montrent qu'au niveau de thorax, la largeur de thorax est le paramètre qui a subi le plus de dégâts, avec une diminution de 15,36%.

Selon Fayet (2019) les ailes sont parcourues de petits canaux qui font circuler les nerfs et l'hémolymph dans toute la structure des ailes. En vol, les deux paires d'ailes sont ainsi synchronisées pour réduire les turbulences aériennes.

Dans le présent travail, les dimensions des ailes antérieures, la largeur et l'étendu des crochets des ailes postérieures subissent des déformations par cet ectoparasite. Des effets similaires sont mentionnés par Achou et Soltani (1997) pour la longueur et la largeur des ailes antérieures avec des diminutions respectives de 6,49% et 4,16%. Une diminution de 17% de la largeur des ailes postérieures est rapportée par Belaïd (2011). Daly *et al.*, (1982) et Marcangeli *et al.*, (1992) rapportent des anomalies au niveau des ailes engendrées par le *Varroa*.

Les pattes servent à se déplacer sur des surfaces lisses ou rugueuses. Elles permettent en outre aux ouvrières d'une part de récolter et transporter le pollen et la propolis et d'autre part de construire les rayons et de travailler la cire (Fayet, 2019).

Dans notre cas, le *Varroa* affecte les différents segments des pattes postérieures étudiés. Achou et Soltani (1997) ont notés des changements pour les différentes dimensions des pattes postérieures, une diminution de 5,11% pour la longueur de métatarse, 10,67% pour sa en largeur, et 4,52% pour la longueur de tibia. Par contre Belaïd (2011) n'a observé aucune différence significative pour la longueur de fémur des pattes postérieures.

Enfin au niveau de l'abdomen, les résultats obtenus lors de notre étude, montrent la présence d'une différence significative entre les séries d'abeilles saines et celles parasitées, au niveau de la taille corporelle et l'indice de minceur. Belaïd *et al.*, (2017) notent un raccourcissement de l'abdomen et une diminution de 3,7% touchant particulièrement le diamètre longitudinal (taille corporelle T3+T4). De tels raccourcissement de l'abdomen son rapportés également pas De Jong *et al.*, (1982).

Ces malformations morphologiques seraient dues au fait que l'acarien se nourrit de l'hémolymphe de l'abeille. Ceci conduit à de nombreuses altérations physiques et physiologiques (Mondet *et al.*, 2016), comme elles peuvent aussi dépendre de la charge d'acariens, qui se nourrissent de l'hémolymphe de l'abeille (Belaïd *et al.*, 2017).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'abeille est un insecte divin. Elle fait partie de notre patrimoine depuis des milliers d'années, vu son importance dans plusieurs domaines, économique, écologique, médicinal et même nutritionnel. Il est primordial de protéger cet insecte contre le *Varroa destructor* qui présente sans aucun doute son pire ennemi en causant la perte d'un grand nombre de colonies aux apiculteurs à travers le monde.

Ce présent travail est effectué dans l'objectif d'étudier les effets de l'acarien ectoparasite « *Varroa destructor* » qui provoque des altérations morphométriques pour l'*Apis mellifera* L.

Au terme de cette étude, les résultats obtenus nous ont permis d'évaluer les effets de *Varroa destructor* sur la morphologie des abeilles émergentes de la race *Apis mellifera intermissa*. Il apparaît que le parasitisme par cet acarien fait subir aux abeilles émergentes des dommages irréversibles aux niveaux de plusieurs caractères morphométriques. Le pédicelle est le paramètre le plus touché par ce mite avec une réduction enregistrée de 18,75%.

Au niveau du thorax, le paramètre qui a subi le plus de dégâts est sa largeur avec une diminution de 15,36%.

Les résultats obtenus lors de notre expérimentation restent encourageants et méritent d'être améliorés dans le futur afin de mieux comprendre l'action de ce parasite et de mettre en place de nouvelles stratégies de lutte. C'est pour cela qu'il est préférable d'effectuer plus de recherches sur l'impact de *V. destructor* sur d'autres paramètres morphologiques et sur d'autres races *A. mellifera* que l'Algérie dispose, il s'agit de la race *Apis mellifera sahariensis* ou appelée communément abeille saharienne.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

1. **ACHOU M. et SOLTANI N., 1997-** Impact de *Varroa jacobsoni Oudemans* sur la Morphometrie et la composition biochimique de l'hémolymphe chez l'abeille, *Apis mellifera intermissa L. Parasitica* 53(4):127-134.
2. **AGLAGANE A., TOFILSKI A., ER-RGUIBI O., LAGHZAOU E, M., KIMDIL L., EM MOUDEN E, L., FUCHS S., OLEKSA A., AAMIRI A. et AOURIR M. 2022-** Geographical Variation of Honey Bee (*Apis mellifera L. 1758*) Populations in South-Eastern Morocco: A Geometric Morphometric Analysis. *Insects*, 288: 1-13.
3. **ANDERSON D. L., TRUEMAN J. W. H., 2000 -** *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology* 24: 165–189.
4. **ANONYME, 2017-**La Catoire Fantasque... <https://catoire-fantasque.be/morphologie-abeille/>. consulté le : 20/08/2022.
5. **ANONYME, 2017. GDS France., 2017-** Biologie de *Varroa destructor*. Fiche technique. 4p (<https://gds19.org/Docs/PDF/Apiculture/Fiches/Fiche1-BiologieVarroaDestructor.pdf>). Consulté le 20/08/2022.
6. **ANONYME, 2018.** la naissance de l'abeille (Internet). Miel et une fleur.2018. <http://miel-et-une-fleur.e-monsite.com/pages/theorie/la-naissance-de-l-abeille.html>. Consulté le : 20/08/2022.
7. **ANONYME, 2018.** institut français de l'éducation (Internet). <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/evolution/dossiers-thematiques/epigenetique/epigenetique-de-labeille/les-castes-dune-societe-dabeilles-melliferes>. consulté le : 20/08/2022.
8. **ANONYME, 2020-**GDSA de la Savoie. <https://www.gdsa73.fr/index.php/questions-sanitaires/la-varoose/le-varroa-destructor>. Consulter : 20/08/2022.

9. **ANONYME 2022. Historique-météo.net** (Internet). 2022. Consulté le : 25/07/2022. Disponible sur : [:https://www.historique-meteo.net/](https://www.historique-meteo.net/).
10. **ARNOSTEIN K, A., SALDIVAR E., VEGA R., WESTMILLER S. et DOUGLAS A, E., 2012** - How Varroa parasitism affects the immunological and nutritional status of the honey bee, *Apis mellifera*. *Insects*, 3 (3): 601- 615.
11. **BAILEY L., 1954** - The control of *Nosema* disease. *Bee World*, (35): 111-113.
12. **BAILEY L., 1958** - The epidemiology of the infestation of the honeybee, *Apis mellifera L.*, by the mite *Acar apis woodi* Rennie and the mortality of infested bees. *Parasitology* 48(3- 4): 493-506.
13. **BAILEY L, GIBBS A, J. et WOODS R, D., 1963**-Two Viruses from Adult Honey Bees (*Apis mellifera Linnaeus*). *Virology* 21: 390-395.
14. **BAILEY L. et BALL B, V., 1991** - Honey Bee pathology, 2nd ed. Academic Press, London, 208 P.
15. **BALLIS A., 2010** - Lutte mécanique contre le *Varroa* : piégeage dans le couvain mâle. Chambre d'agriculture d'Alsace : 1-5.
16. **BAROUR C., TAHAR A., RADLOFF S, E. et HEPBURN H, R., 2005** - Multivariate analysis of honeybees, *Apis mellifera Linnaeus* (Hymenoptera: Apidae) of the northeastern and southern regions of Algeria. *African Entomology*, 13(1): 17–23.
17. **BAROUR C. et BAYLAE M., 2016** - Geometric morphometric discrimination of the three African honeybee subspecies *Apis mellifera intermissa*, *A. m. sahariensis* and *A. m. capensis* (Hymenoptera, Apidae): Fore wing and hind wing landmark configurations. *Journal of Hymenoptera Research* 52: 61–170.
18. **BASSO B., DANGLEANT. et LE CONTE Y., 2016** - Varroa : son impact, les méthodes d'évaluation de l'infestation et les moyens de lutte. *Innovations Agronomiques*, 53 : 63-80.

19. **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*. Lebanese sciences journal 11(1) : 83-90.

20. **BELAID M., 2011**- Effet du parasitisme par *Varroa destructor* sur les paramètres morphométriques et physiologiques de l'abeille ouvrière, *Apis mellifera L.*, dans la région médio-septentrionale d'Algérie. Thèse de doctorat. Ecole nationale supérieure agronomique EL-HARRACH, Alger, 181p.

21. **BELAID M., 2017** - Investigation de la microflore fongique associée à la cuticule de l'abeille ouvrière (*Apis mellifera L.*) parasitée par *Varroa destructor*. 4ème Congrès International de Biodiversité Végétale Marrakech : 05-08 Octobre 2017 RECUEIL DES RESUMES PROCEEDING 7.

22. **BELAID M. et BRENKIA-SAADI O., 2017** - Impact of the ectoparasitic mite, *Varroa destructor* on the mechanical and physiological defense of worker honeybees (*Apis mellifera L.*).The 1st International Congress On Biotechnologies for Sustainable Development-CIBSDD, Boumerdes- Algeria; 24th -25th October 2017, 36-38.

23. **BELAID M., ACHEUK F., MOHAND KACI H., BENZINA F. et BENNOUR M., 2017**- The effect of *Varroa* mite (*Varroa destructor* Anderson and Trueman, 2000) on morphometry and cuticle component of the worker honeybees (*Apis mellifera Linnaeus, 1758*). 52 nd Croatia and 12 th international symposium on agriculture; February12-17, Dubrovnik, Croatia, 393-396.

24. **BELAID M., BENZINA F., ACHEUK F., ADJOU K. et OSMANE BACHA H. 2018** - Bacterial contamination of haemolymph in emerging worker honey bee (*Apis mellifera L*) parasitized by *Varroa destructor*. Agriculture & Forestry, 1 : 73-79.

25. **BELLEROSE L, H., 1883** - petit manuel d'apiculture à l'usage des écoles. Ed. Union des Cantons de l'Est, Arthabaskaville (Québec), 139 P.

26. **BENOIT J, B., YODER J, A., SAMMATARO D. et ZETTLER L, W., 2004** - Mycoflora and fungal vector capacity of the parasitic mite *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. *International Journal of Acarology* 30: 103-106.
27. **BERKANI M, L., GHALEM Z. et BENYOUCEF M, T., 2005**- Contribution à l'étude de l'homogénéité de la race locale, *Apis mellifera intermissa* dans les différentes régions du Nord de l'Algérie. *Annales de l'Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, (Algérie), 26(1-2) :15-32.*
28. **BINON P., DIEF J, P., 2006** - Les maladies de la ruche. Pages extraites du livret de cours « Initiation et perfectionnement à l'apiculture. GDSA 07. 11 P.
29. **BIRI M., 2010** - Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Ed. De Vecchi, Paris, 302p.
30. **BOECKING O. et GENERSCH E., 2008** - Varroosis-the ongoing crisis in bee keeping. *J. Verbrauch. Lebensm* 3: 221-228.
31. **BOGDANOV S., KILCHEMANN V. et IMDORF A., 1995**- Les résidus d'acaricides dans la cire d'abeilles. 34e Congrès Inter d'Apiculture de l'Apimondia, Lausanne, 408p.
32. **BOGDANOV S., IMDORF A. et KILCHENMANN V., 1998**- Residues in wax and honey after Apilife VAR treatment. *Apidologie* 29: 513-425.
33. **BOGDANOV S., 2006**- Contaminants of bee products. *Apidologie* 37: 1-18.
34. **CAMPBELL N, L., 1995**- Biologie : Adaptation et révision scientifique de Richard Mathieu. Ed. De boek université, Bruxelles, 1190 p.
35. **CHARRIERE J, D., ROETSCHI A. et IMDORF A., 2009**- Loque européenne (EFB) : nouvelle méthode de diagnostic pour faire face à la recrudescence des cas frappant la Suisse depuis 1999. *Agroscope Liebefeld-Posieux ALP* : 1-5.

36. **CHARRIERE J, D. et IMDORF A., 2002-** Oxalic acid treatment by trickling against *Varroa destructor*: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions. *Bee World*, 83 (2): 51-60.
37. **CLEMENT H., 2009** - L'abeille sentinelle de l'environnement. Ed. Alternatives, Paris. 144 p.
38. **COLIN M, E., 1989** - Pouvoir pathogène de *Varroa Jacobsoni* et conséquences pour la conduite du traitement de la varroatose de l'abeille. *Sci. Tech* 8(1): 221- 226.
39. **CORNUET J, M., ALBISETTI J. et FRESNAYE J., 1982-** Etude biométrique d'une population d'abeilles Landaises. *Apidologie*, 13(1) :3-13.
40. **CORNUET J, M. et FRESNAYE J., 1989-** Etude biométrique de colonies d'abeilles d'Espagne et du Portugal. *Apidology*. 20 : 93-101.
41. **DALY H, V., DE JONG D. et STON N, D., 1988** - Effect of parasitism by *Varroa jacobsoni* on morphometrics of Africanised worker honeybees. *J. Apicult. Res*, 27: 126-130.
42. **DE JONG D, DE JONG PH. et GONCALVES LS., 1982-** Weight loss and other damage to developing worker honey bees from infestation with *Varroa jacobsoni*, *J.Apicul.Res*, 21: 165-167.
43. **DAJOZ R., 1982** - Précis d'écologie. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 p.
44. **DASPRES N., 2010** - *Varroa* : mieux le connaître pour mieux le contrôler. *Alter Agri* 99 : 24-26.
45. **DELFINADO-BAKER M. et BAKER E, M., 1982-** Notes on honey bee mites of the genus *AcarapisHirst* (Acari: Tarsonemidae). *Internat. J. Acarol.* 8(4): 211-226.
46. **DIETEMANN V., NAZZI F., MARTIN S, J., ANDERSON D, L., LOCKE B., DEAPLANE K, S., WAUQUIEZ Q., TANNAHILL C., FREY E. et ZIEGELMANN B., 2013-** Standard methods for *Varroa* research. *Journal of Apicultural Research*, 52 (1): 1-54.

47. **DUBOIS E. et DALMON A., 2020-** Relations entre le virus des ailes déformées, l'acarien *Varroa destructor*, l'abeille mellifère et leurs conséquences sur la santé des colonies. Fédération Nationale des Organisations Sanitaires Apicoles Départementale, 181-194.
48. **EL-AW M, A, M., DRAZ K, A, A., EID K, S, A. et ABOU-SHAARA H, F, I. 2012-** Measuring the Morphological Characters of Honey Bee (*Apis Mellifera L.*) Using A Simple SemiAutomatic Technique. Journal of American Science, 8 (3) : 558-564.
49. **ESTOUP A., SOLIGNAC M., CORNUET J, M., 1994 -** Precise assessment of number of patriline and of genetic relatedness in honey bee colonies. Royal Society, 258 : 1–7.
50. **FAUCON J, P, VITU C, et VIGNONI M., 1992-** Diagnostic de la paralysie aiguë : application à l'épidémiologie des maladies virales de l'abeille en France en 1990. Apidologie, 23: 139-146
51. **FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVAUX J. et HEMPTINNE J, L., 2012-** Écologie approche scientifique et pratique 6e édition. Ed. Tech & Doc, paris, 448p.
52. **FAYET A., 2019 –** Morphologie et anatomie de l'abeille. Fiche technique, *Rucher École de Rocamadour*, 33 p.
53. **FAYOLLE-PONCET M, O., 2009-** Evaluation de l'exposition au risque chimiques lors de la lutte contre le *varroa* en apiculture. Enquête auprès des apicultures de l'Ardèche et de la Loire. Mémoire de médecine agricole, Institut National de Médecine Agricole, France, 47p.
54. **FERNANDEZ N., COINEAU Y., 2007 –** Maladies, parasites et autres ennemis de l'abeille mellifère. Ed. Atlantic sciences, Biarritz, 498 p.
55. **FLORIS I., SATTA A., RUIU L. et BUFFA F., 2007-** Searching for the origin of Sardinian honey bees. Morphometric comparison between samples from Sardinia and northern Tunisia. REDIA, XC, 105-108.
56. **GILLIAM M., 1986-** Infectivity and survival of the chalkbrood pathogen, *Ascosphaera apis*, in colonies of honey bees, *Apis mellifera*. Apidologie, 17(2): 93-100.
57. **HABBI-CHERIFI A., ADJLANE N. et MEDJDOUB-BENSAAD F., 2019 -** La varroase de l'abeille mellifère : biologie, cycle de développement, pathogénie et moyens de lutte. Algerian journal of arid environment, 9 (2): 4-19.

58. **HENNEBELLE., 2010-** L'abeille In Doc apiculture. (Internet).Consulté le : 20/08/2022.
Disponible sur : http://dhennebelle.perso.sfr.fr/docapi.htm#_Toc22802410.
59. **HEPBURNA H, R. et RADLOFF S, E., 2004** - The wing coupling apparatus and the morphometric analysis of honeybee populations. South African Journal of Science, 565- 570.
60. **IMDORF A., BELLOY L., CHARRIERE J, D., KUHN R., BERTHOUD H. et GALLMANN P., 2005-** La loque européenne – une maladie du couvain pernicieuse!
Agroscope Liebefeld-Posieux : 1-5.
61. **IMDORF A., BOGDANOV S., OCHOA R, I., CALDERONE N, W., 1999-** Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. In honey bee colonies. Apidologie, 30: 209-228.
62. **JAY S, C., 1964** - The Cocoon of the Honey Bee, *Apis mellifera* L. The Canadian Entomologist 96: 784–792.
63. **KOUMAD S., 2015-** Study of the population dynamic of *Varroa destructor* in Algeria. Journal of Humanities 1: 69-76.
64. **LE CONTE Y, et NAVAJA M., 2008-** Changements climatiques : impact sur les populations d'abeilles et leurs maladies. Rev. SCI. Tech, 27 (2) : 485-497.
65. **LE CONTE Y., et NAVAJAS M., 2008-** Changements climatiques : impact sur les populations d'abeilles et leurs maladies. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 27 (2) : 485-497.
66. **MALJEAN-DUBOIS S., 2018** - Climat. Dictionnaire des transitions écologiques Institut Universitaire Varenne : 197-204.
67. **MARCANGELI MONETTI J., et FERNANDEZ L, N 1992** - Malformations produced by *Varroa jacobsoni* on *Apis mellifera* in the province of Buenos Aires, Argentina. Apidologie, 23: 399-402.
68. **MARCHENAY P. et BERARD L., 2007** – L'homme, l'abeille et le miel. Ed. Borée, Paris, 223 p.

69. **Martin, 2010**- *Varroa destructor* (Internet).
<https://www.flickr.com/photos/sanmartin/5048693762/in/photolist-8G8SLb-2nuU48L-7QsU4J-JY5mV-pwv5VX-2ms1trx-cMvBBJ-qZiwmZ-dYNTxi-ca8K5W-2hcfiB9-6HRJtG-XsShmJ-2hfbKfD-cfkHvu-8G5Drk-2mDpCNa-2nJRE8z-5GmSLD-eGnDwy-fPZES7-ehZsZK-q2nBN6-291k3Cv-9YpAm5-2mnV93r-7Cu3Zu-2hbDhM9-7Cqe8R-XptSW8-7Cqean-ndccmy-ny9Htu-6ECyqp-2kueJMF-7iYqJv-5GBSCR-fKGe9D-oU4wSZ-5eAdsf-cVf2xw-NUU8mF-ca8KfC-ncPndd-fJGgVA-ncPpVL-qEjk2o-E6d7DM-9Nn4bh-5WwuQT>.
 Consulté le : 23/05/2022.
70. **MARTIN J, S., BALL V, B. et CARRECK N, L., 2010**- Prevalence and persistence of deformed wing virus (DWV) in untreated or acaricide-treated *Varroa destructor* infested honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of Apicultural Research*, 49(1): 72-79.
71. **MEDORI P. et COLIN M, E., 1982** - Les abeilles, comment les choisir et les protéger de leurs ennemis. Ed. J.B. Ballière, Paris, 131 p.
72. **MONDET F., MAISONNASSE A., KRETZSCHMAR A., ALAUX C., VALLON J., BASSO B., DANGLEANT A. et LE CONTE Y., 2016** – *Varroa* : son impact, les méthodes d'évaluation de l'infection et les moyens de lutte. *Innovations Agronomiques*, 53 : 63-80.
73. **MOUSSAOUI K., AHMED HEDJALA O., ZITOUNI G. et DJAZOULI Z., 2014**- Estimation de la toxicité des huiles essentielles formulées de thym et d'eucalyptus et d'un produit de synthèse sur le parasite de l'abeille tellienne *Varroa destructor* (ARACHNIDA, VARROIDAE). *Agrobiologia*, 5 : 17-26.
74. **NAZZI F. et LE CONTE Y., 2015** – Ecology of *Varroa Destructor*, the major ectoparasite of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Annual Review of Entomology*, 16: 417 – 32
75. **NGUYEN B, K., SAEGERMAN C. et HAUBRUGE E., 2009**- Etude sur la contamination des miels par *Paenibacillus larvae* en Région wallonne et relation avec l'expression clinique de la loque américaine dans les colonies d'abeilles domestiques. *Ann. Méd. Vét.*, 153: 219-223.

76. **PARAÏSO A ., VINIWANOU N ., AKOSSOU A, Y, J., MENSAH G, A. et ABIOLA W., 2011-** Caractérisation morphométrique de l'abeille *Apis mellifera adansonii* au Nord-Est du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 5(1): 331-344.
77. **PATERSON P, D., 2008-** L'apiculture. Ed. Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux (Belgique), 158 P.
78. **PECK D, T., SMITH M, L., SEELEY T, D., 2016 -** *Varroa destructor* Mites Can Nimbly Climb from Flowers onto Foraging Honey Bees. *PLOS ONE*, 11: 1-12.
79. **PETTIS J, S. et WILSON W, T., 1996-** Life History of the Honey Bee Tracheal Mite (Acari: Tarsonemidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 89(3): 368-374.
80. **QUENDOLO D., 2016 –** Les abeilles, biologie et comportement. Ed. Frison roche, Paris, 464 p.
81. **RAMADE F., 1984 -** Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale. Ed. McGraw- Hill, Paris, 379 p.
82. **RAVAZZI G., 2003 –** Abeilles et apiculture. Ed. De Vecchi S.A, paris, 159 p.
83. **RENNIE J., 1921 -** Isle of Wight disease in hive bees - Acarine disease: The organism associated with the disease *Tarsonemuswoodi*, n. sp. *Transactions Royal Soc Edinburgh*, 52(4): 768 - 779.
84. **ROSENKRANZ P., AUMEIER P. et ZIEGELMANN B., 2010-** Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103 : 96-119.
85. **RUTTNER F., 1968 -** Les races d'abeilles. In : traité de biologie de l'abeille, tome 1, chauvin.R. Ed Masson et Cie, Paris, 27-44.
86. **ROY C. et L'HOSTIS M., 2017-** La nosérose des abeilles : Chronique d'une disparition prochaine en France. *Bull. Acad. Vét. France*, 1: 43-50.

87. **SPIVAK M. et REUTER G, S., 2001-** Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for hygienic behavior. *Apidologie*, 32: 555–565.
88. **SPURING A., 2010** - Guide de l'abeille. Ed. Delachaux et Niestlé SA, Paris, 122 p.
89. **PROST P. et LE CONTE Y., 2005** -Apiculture (7e éd.) connaître l'abeille, conduire le rucher. Ed. Lavoisier, Paris, 683 p.
90. **TREILLES M., 2002-** Utilisation d'huiles minérales dans la lutte contre *Varroa destructor* (Anderson et Truman, 2000) parasite de l'abeille. Thèse de Doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 71p.
91. **VON FRISCH K., 2011-** Vie et mœurs des abeilles. Ed. Albin Michel, Paris, 256p.
92. **WEDLING S., 2014** – Les particularité de la reproduction de *Varroa Destructor*, agent de la varroase de l'abeille domestique. Perspectives de lutte. Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France 167 (4) :309-316.
93. **WEINBERG K, P. et MADEL G., 1985** - The influence of the mite *Varroa jacobsoni* Oud on the protein concentration and the haemolymph volume of Brood of worker bees and Drones of the honey bee, *Apis mellifera* L, *Apidologie*, 16: 421-436.
94. **WINSTON M, L., 1991** – The biology of the bee. Harvard University Press, États-Unis, 294p.
95. **WINSTON M, L., 1993** - La biologie de l'abeille. Ed. Frison-Roche, Paris, 276 p.
96. **XIAOLONG Y., MIAOGING S., COX-FOSTER D. et LIWANG C., 2005** – The role of *Varroa* mites in infection of Kashmir bee virus (KBV) and deformed wing virus (DWV) in honey bees. *Virology* 432: 141- 149.

ANNEXES

Annexe 1 : Matériel non biologique utilisé sur le terrain et au laboratoire (Photographies originales)

- **Ruche de type LANGSTROTH :** L'un des modèles les plus utilisés des apiculteurs, c'est une ruche standard à 10 cadres de cire.



- **Enfumoir :** Ustensile permettant de projeter un peu de fumée vers une ruche, l'enfumage est un procédé destiné à calmer les abeilles pour mieux contrôler la colonie.
- **Lève cadres :** C'est à la fois un crochet et un racloir qui facilite la visite de la ruche en permettant de décoller le couvre-cadre ou les hausses du corps de ruche.



- **Combinaison (a) et gants de protection (b) : Servent a protéger l'apiculteur des piqures d'abeilles**



(a)



(b)

- **Combustible**
- **Pince**
- **Balance de précision**
- **Loupe binoculaire équipée du micromètre**
- **Éthanol 70%**

Annexe 2 : Données climatiques de la région de Tizi-Ouzou

Tableau 1 : Répartition des températures moyennes de la région de Tizi-Ouzou de Mai 2021 à Mai 2022.

Mois	Mai	Jun	Jul	Août	Spt	Oct	Nvr	Déc	Jan	Fev	Mrs	Avr	Mai
M (°C)	26	32	37	37	35	27	16	17	16	17	18	20	29
M'' (°C)	16	22	25	25	21	14	11	9	7	8	9	10	15
M+m''/2	21	27	31	31	28	20	14	13	11	13	13	15	22

M : moyenne mensuelle des températures maxima, **m** : moyenne mensuelle des températures minima, **M+m/2** : moyenne mensuelle des températures maxima et minima.

Tableau 2 : Répartition des précipitations de la région de Tizi-Ouzou de Mai 2021 à Mai 2022.

Mois	Mai	Jun	Jul	Août	Spt	Oct	Nvr	Déc	Jan	Fev	Mrs	Avr	Mai
P (mm)	117	13	5	3	15	3	148	22	9	10	32	33	12

P : Précipitation.

Tableau 3 : Vitesse moyenne du vent dans la région de Tizi-Ouzou de Mai 2021 à Mai 2022.

Mois	Mai	Jun	Jul	Août	Spt	Oct	Nvr	Déc	Jan	Fev	Mrs	Avr	Mai
V (m/s)	14	14	15	15	15	14	16	13	10	11	15	15	13

V : Vent.

