



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université MOULOU D MAMMERI TIZI-OUZOU

Faculté des SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES
SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Parasitologie

MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

Sujet

Etude de la dynamique de l'infestation de l'abeille domestique
Apis mellifera intermissa (Buttel, Reepen, 1906) et du couvain
par *Varroa destructor* (Anderson et Trueman, 2000) entre les
régions : Yakouren (Timliht) et Azeffoun (Ath Sidi Yahia)

Elaboré par :

- M^{elle} MOSTEGHANEMI Cylia
- M^{elle} HAMMAD Lilia

Présenté devant le jury composé de :

M. SIFER K.

M.A.A.U.M.M.T.O.

President

Mme MOHAMED SAHNOUN A.

M.C.A.U.M.M.T.O.

Promotrice

Mme SETBEL S.

M.C.A.U.M.M.T.O.

Examinatrice

Promotion : 2023 / 2024

Remerciement

Avec une immense gratitude, nous tenons à exprimer nos remerciements à toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de ce travail.

Tout d'abord, nous remercions Dieu de nous avoir accordé la force et la persévérance nécessaires tout au long de cette recherche.

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à notre directrice de recherche, Mme Mohamed Sahnoun Aouaouche, maître de conférences à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour avoir accepté de diriger notre travail, ainsi que pour sa disponibilité, ses précieux conseils et ses orientations.

Nos remerciements s'adressent également à M. Touati Salem, apiculteur professionnel et adhérent de la coopérative agricole polyvalente Tizi-Ouzou (CAPTO), pour sa disponibilité et sa bienveillance, également à M. Lourci hacene et à tous les membres de la coopérative pour leur soutien.

Nos sincères remerciements s'adressent aussi à M. SIFER Kamal d'avoir accepté de présider le jury.

Nous remercions également Mme SETBEL S. d'avoir accepté de prendre de son temps pour examiner ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail avec beaucoup d'amour

À mes chers parents, dont le soutien et l'amour inconditionnel m'ont guidé tout au long de ce parcours.

À mon frère Mehdi et à ma sœur Sara, que j'aime profondément.

À ma tante Leila et mon oncle Mohamed, pour leur encouragement constant.

À ma cousine Dehia et sa merveilleuse fille Aniësse, dont sa naissance a été attendue avec tant d'impatience.

À mon amie Manel, pour sa générosité à partager son savoir avec moi et pour son précieux soutien émotionnel, et enfin **à mon amie Ourdia**, pour son amitié précieuse et son soutien indéfectible malgré la distance.

Dédicace

Je dédie ce travail

A mes chers parents, dont le soutien inconditionnel et l'amour m'ont toujours accompagné et pour leur sacrifices inestimables.

À mes sœurs et mon petit frère, pour leur affection et leurs encouragements constants.

À mes grands-parents, dont la sagesse et les prières m'ont guidée.

À ma chère tante, qui est pour moi une deuxième maman pour sa bienveillance et ses conseils malgré la distance.

À mes amis, pour leur amitié sincère et leur présence tout au long de ce chemin.

Enfin, je remercie toutes personnes qui m'ont aidée à réaliser ce travail de près ou de loin.

Lilia H.

Sommaire

Glossaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 2

Chapitre I : Généralités sur l'apiculture et l'abeille domestique *Apis mellifera*

I.1. Apiculture 5

I.1.1. Définition 5

I.1.2. Apiculture dans le monde 5

I.1.3. Apiculture en Algérie 5

I.2. *Apis mellifera* 6

I.2.1. Systématique 6

I.2.2. Races 6

I.2.3. Morphologie générale 7

I.2.4. Cycle de développement 9

I.2.5. Alimentation de l'abeille 10

I.2.6. Organisation d'une colonie 11

I.2.7. Produits de la ruche 13

I.2.8. Ennemis et maladies de l'abeille 14

 Ennemis 14

 Maladies de l'abeille 16

| | |
|---------------------------|----|
| Maladies du couvain | 16 |
|---------------------------|----|

Chapitre II : Le parasite *Varroa destructor*

| | |
|--|----|
| II.1. Origine | 19 |
| II.2. Systématique | 19 |
| II.3. Morphologie | 20 |
| II.4. Cycle parasitaire | 21 |
| II.5. Diffusion du <i>Varroa destructor</i> | 23 |
| II.6. Transmission du parasite | 23 |
| II.7. Facteurs favorisant le développement du parasite | 24 |
| II.8. Actions pathologiques du <i>Varroa</i> sur l'abeille | 24 |
| II.9. Symptômes | 25 |
| II.10. Prévention | 26 |
| II.11. Traitement de la Varroase | 26 |

Chapitre III : Matériel et Méthodes

| | |
|--|-----------|
| III.1. Présentation de la région d'étude | 29 |
| III.1.1. Situation géographique | 29 |
| III.1.2. Description des ruchers | 31 |
| III.1.3. Climat | 32 |
| III.1.4. Flore mellifère | 33 |
| III.2. Méthodologie de travail | 34 |
| III.2.1. Méthodes de prélèvement des abeilles adultes parasitées | 35 |
| III.2.2. Méthode de prélèvement du parasite sur le couvain | 38 |

| | |
|---|-----------|
| III.3. Méthodes d'exploitation des résultats | 39 |
|---|-----------|

Chapitre IV : Résultats

| | |
|---|-----------|
| IV.1. Taux d'infestation des abeilles adultes en fonction de la localisation des ruchers | 42 |
| IV. 2. Taux d'infestation des abeilles adultes (TIA) | 43 |
| IV.1.1. Au niveau du rucher de Yakouren | 44 |
| IV.1.2. Au niveau du rucher d'Azeffoun | 47 |
| IV.3. Taux d'infestation du couvain (TIC) | 49 |

Chapitre V : Discussion

| | |
|--|-----------|
| IV.1. Taux d'infestation des abeilles adultes (TIA) | 54 |
| IV.2. Taux d'infestation du couvain (TIC) | 55 |

| | |
|---|-----------|
| Conclusion et perspectives | 56 |
|---|-----------|

| | |
|-------------------------|-----------|
| Références | 59 |
|-------------------------|-----------|

| | |
|----------------------|-----------|
| Annexes | 62 |
|----------------------|-----------|

| | |
|---------------------|-----------|
| Résumé | 69 |
|---------------------|-----------|

Glossaire

Abeille butineuse : Abeille adulte qui collecte le nectar, le pollen, l'eau et la propolis pour la colonie.

Aiguillons : Structures pointues et acérées, souvent présentes sur les dards d'insectes.

Anthères des fleurs : Parties de la fleur qui produisent le pollen.

Aptère : Se dit d'un insecte dépourvu d'ailes.

Atrophiées : Réduites en taille ou en fonctionnalité, souvent en raison d'une absence de développement.

Acaricides de Contact : Agissent directement sur les acariens au contact, action rapide, pas de protection résiduelle.

Acaricides Systémiques : Absorbés par l'organisme, agissent lorsque les acariens se nourrissent, action plus lente mais offre une protection prolongée.

Butinage : Activité des abeilles lorsqu'elles collectent le nectar et le pollen des fleurs.

Caste : Catégorie d'individus dans une colonie d'abeilles ayant une fonction spécifique (ex : ouvrières, reines, faux-bourdons).

Carbicules : Structures modifiées pour transporter le pollen sur les pattes arrière des abeilles.

Cheptel apiaire : Ensemble des ruches et des colonies d'abeilles appartenant à un apiculteur.

Chélicères : Pièces buccales des arachnides, souvent modifiées en crochets.

Cloaque : Cavité chez certains animaux, où se déversent les voies digestives, urinaires et génitales.

Colonie : Groupe d'abeilles vivant ensemble dans une ruche, comprenant une reine, des ouvrières et des faux-bourdons.

Colza : Plante cultivée pour ses graines riches en huile, souvent butinée par les abeilles.

Cosmopolite : Présent dans presque toutes les régions du monde.

Couvain : Ensemble des œufs, larves et nymphes dans une colonie d'abeilles.

Dard : Organe de défense chez les abeilles, utilisé pour piquer.

Déclaration obligatoire : Obligation légale de signaler certaines maladies ou conditions chez les abeilles.

Déclaration non obligatoire : Absence d'obligation légale de signaler certaines conditions chez les abeilles.

Dérive : Phénomène où les abeilles d'une colonie se dirigent par erreur vers une autre colonie.

Dextrine : Polymère de glucose, produit de la dégradation de l'amidon.

Dissémination : Dispersion de quelque chose, comme les spores ou les graines.

Gélarvée : Gelée nourricière produite par les abeilles nourrices pour alimenter les larves.

Essaimage : Processus par lequel une nouvelle colonie d'abeilles est formée lorsque la reine et une partie des ouvrières quittent la ruche d'origine.

Essaims : Groupe d'abeilles en migration pour former une nouvelle colonie.

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

Forme sporulée : État de certains micro-organismes qui produisent des spores.

Forme végétatif : État de croissance active des micro-organismes.

Fourreau : Gaine protégeant un organe ou une structure, comme le dard chez les abeilles.

Glandes cirières : Glandes situées sur l'abdomen des abeilles ouvrières, produisant la cire.

Glandes hypopharyngiennes : Glandes des abeilles ouvrières produisant la gelée royale.

Gnatosoma : Partie antérieure du corps des acariens, portant les pièces buccales.

Gomme : Substance résineuse exsudée par certaines plantes.

Gelée larvaire : Nourriture riche en nutriments produite par les abeilles nourrices pour les larves.

Hémolymph : Fluide circulatoire chez les arthropodes, analogue au sang chez les vertébrés.

Holométabole : Type de développement insecte comprenant quatre stades distincts : œuf, larve, nymphe et adulte.

Hyménoptère : Ordre d'insectes comprenant les abeilles, les guêpes et les fourmis.

IA : Intelligence artificielle.

Idiosoma : Partie principale du corps des acariens, contenant la plupart des organes internes.

Immunosuppression : Réduction de l'efficacité du système immunitaire.

Indice cubitale : Mesure utilisée pour identifier les sous-espèces d'abeilles basée sur les proportions des ailes.

IoT : L'Internet des objets (IoT) désigne un réseau de terminaux physiques, ou "objets", équipés de capteurs et de technologies diverses, permettant leur connexion à d'autres systèmes via Internet, afin d'échanger des données avec eux.

Miellée : Période où les abeilles collectent intensément le nectar et le transforment en miel.

Larve : Stade immature des abeilles, éclosant des œufs et avant la nymphose.

Les nourrices : Abeilles ouvrières jeunes qui nourrissent les larves et la reine.

Mellivore : Se dit d'un organisme qui se nourrit principalement de miel.

Nymphe : Stade de développement intermédiaire entre la larve et l'adulte chez les insectes.

Ocelles : Petits yeux simples des insectes, situés sur le dessus de la tête.

Octopode : Ayant huit pattes, caractéristique des arachnides comme les acariens.

Opercules : Couvertures de cire scellant les cellules des alvéoles contenant du miel ou des larves en développement.

Palpes labiaux : Appendices sensoriels situés près de la bouche des insectes.

Parasitisme : Relation entre deux organismes où l'un vit aux dépens de l'autre.

Pédoncule : Partie étroite reliant différentes sections du corps de certains insectes.

Phénologie : c'est l'étude des cycles saisonniers des êtres vivants, notamment des événements périodiques comme la floraison des plantes, la migration des oiseaux, ou l'apparition des insectes, et de leur relation avec les conditions climatiques. Elle permet d'analyser l'influence des variations climatiques sur les rythmes biologiques des organismes.

Pillage : Vol de miel d'une colonie par des abeilles d'une autre colonie.

Pissenlit : Plante à fleurs souvent butinée par les abeilles pour son nectar.

Polylectique : Se dit des abeilles qui collectent du pollen de nombreuses espèces de plantes.

Ravageur : Organisme nuisible causant des dégâts aux cultures ou aux abeilles.

Rayons de la ruche : Structures de cire construites par les abeilles pour stocker le miel et le couvain.

Ruche : Structure artificielle où les abeilles domestiques vivent et produisent du miel.

Spérmathèque : Organe de stockage des spermatozoïdes chez les femelles de certaines espèces d'insectes.

Spérmathozoides : Cellules reproductrices mâles.

Tarse : Segment final des pattes des insectes.

Thermorégulation : Capacité d'un organisme à maintenir une température corporelle stable.

Trachées : Tubes respiratoires des insectes permettant l'échange gazeux.

Vol nuptial : Vol pendant lequel les reines d'abeilles et les mâles s'accouplent.

*Listes des
figures*

Figure 1 : *Apis mellifera* (Futura sciences, 2017)

Figure 2 : Morphologie générale de l'abeille, (site web)

Figure 3 : Métamorphose des castes d'abeille, (source : ialo.fr/abeille-qui-es-tu)

Figure 4 : La répartition du *Varroa destructor* dans le monde. (Anderson et Trueman, 2000)

Figure 5 : Morphologie de *Varroa destructor*; aspect dorsal (a), de face (b) et ventral (c). (Cournoyer, 2022). Illustration de Benjamín De Andrés Cuesta, sous le respect de la licence CC.

Figure 6 : *Varroa* phorétique sur le thorax d'une abeille adulte (GDS France, 2019)

Figure 7 : *Varroa* retrouvé sur une larve, dans une cellule du couvain (GDS France, 2019)

Figure 8 : Cycle biologique de *V. destructor* (Boucher, 2016)

Figure 9 : Situation de la zone d'étude (Yakouren) (Google maps, consulté le 17/05/2024)

Figure 10 : Situation de la zone d'étude (Azeffoun) (Google maps, consulté le 17/05/2024)

Figure 11 : Rucher à Timliht, Yakouren (Photo originale, 2024)

Figure 12 : Rucher à Ath Sidi Yahia, Azeffoun (Photo originale, 2024)

Figure 13 : Matériel utilisé sur le terrain (Photos originales, 2024)

Figure 14 : Matériel utilisé au laboratoire (Photos originales, 2024)

Figure 15 : Etapes de la méthode de sucre glace (photos originales)

Figure 16 : étapes de la méthode de l'alcool (photos originales)

Figure 17 : Etapes du prélèvement du parasite sur le couvain

Figure 18 : Taux d'infestation globale des abeilles adultes dans les ruchers de Yakouren et Azeffoun

Figure 19 : Taux moyen d'infestation des abeilles du Rucher de Yakouren (Timliht), selon les deux méthodes, en fonction du temps.

Figure 20 : Taux moyen d'infestation des abeilles du Rucher d'Azeffoun (Ath Sidi Yahia), selon les deux méthodes, en fonction du temps.

Figure 21 : Taux moyen d'infestation du couvain des ruchers de Yakouren (Timliht) et d'Azeffoun (Ath Sidi Yahia), en fonction du temps.

*Liste des
tableaux*

Tableau 1 : Durée du cycle de développement de l'abeille selon les castes, en nombre de jours (j)

Tableau 2 : Taux moyens d'infestation des abeilles adultes (TIA%) dans les ruchers de Yakouren et d'Azeffoun, en fonction du temps.

Tableau 3 : Taux d'infestation des abeilles (TIA) dans le Rucher de Yakouren calculé pour les deux méthodes en %

Tableau 4 : Analyse de variance.

Tableau 5 : Taux d'infestation des abeilles dans les deux ruches R1, et R2 du Rucher d'Azeffoun (Ath Sidi Yahia), obtenus avec les deux méthodes, en fonction du temps.

Tableau 6 : Analyse de variance.

Tableau 7 : Taux d'infestation du couvain (TIC%) dans les deux ruchers, en fonction du temps.

Tableau 8 : Analyse de variance.

Introduction

« *Prends demeure dans les montagnes et dans les arbres et dans ce que (les hommes) construisent (pour toi), manges de tout fruit et suis humblement les chemins de ton seigneur. Il sort de l'intérieur de son corps une liqueur de couleurs différentes ou se trouve un remède pour les hommes* », Sourate 16, Versets 68 de la Sourate n°16 d'Ennahal traduits par Bucaille en 1978...

Les abeilles font en effet partie depuis des millénaires de la culture et du patrimoine humain (Paterson, 2008). Plusieurs travaux datant de l'antiquité évoquent la vie des abeilles et parmi ces derniers figurent ceux de Pline, Aristote et de Virgile (Weiss, 1985), auxquels il faut ajouter des dessins peints, tissés ou gravés trouvés dans les tombeaux égyptiens, les églises, et les couvents de diverses confessions religieuses mettant en évidence la présence de l'abeille chez les populations agricoles et pastorales de cette époque (Roussy, 1973). L'importance de l'abeille domestique est liée à la production de miel, de gelée royale et de cire, des produits à intérêts économique, médicinal et culinaire (Denis, 2013).

En plus d'être d'infatigables productrices, ainsi que des architectes hors pair, leurs performances dans le domaine de la pollinisation des cultures les rendent indispensables (Paterson, 2008). Elles permettent la fécondation des plantes à fleurs, ce qui est essentiel pour la création des graines et des fruits ; sans elles, notre alimentation serait très limitée (Calonne et al., 2023). L'abeille est également considérée comme un très bon indicateur biologique de l'état de l'environnement et du développement durable de l'homme et de la nature (Tautz, 2009).

Ces insectes si utiles semblent de plus en plus menacés et il s'agit bien d'un problème mondial. *Varroa destructor* Anderson et Trueman 2000, est un acarien ectoparasite, agent causal de la varroase, une parasitose de l'abeille adulte *Apis mellifera* et de son couvain depuis son transfert de l'abeille asiatique, son hôte original *Apis cerana* (Rosenkranz et al., 1993). *V. destructor* est actuellement considéré comme la menace principale pour l'apiculture dans le monde, et en Algérie (Adjlane et Haddad, 2016). Or malgré les traitements anti varroa effectués par les apiculteurs, ce parasite cause beaucoup de dégâts au niveau des ruchers du pays, (Adjlane et Doumandji, 2011 ; Adjlane et al., 2015) ; et cela depuis sa détection en 1981 (Favaux, 1984). Aujourd'hui la varroase figure sur la liste des maladies animales à déclaration obligatoire, fixée par décret exécutif n° 95-66 du 15 mars 2006 modifié et complété (Adjlane et al., 2012) ; selon ces mêmes auteurs, en 2011, une enquête a révélé que la plupart des apiculteurs rapportent des mortalités estimées à plus de 10%. Ils confirment par

la suite que les symptômes les plus courants, observés dans les ruchers sont liés à la varroase qui est causée par le parasite *Varroa destructor*. A partir de cette étude, les apiculteurs déclarent que cet acarien représenterait sans aucun doute le plus grand ennemi des abeilles, car il peut provoquer l'effondrement total des colonies.

Dans la présente étude et afin de mieux comprendre la dynamique parasitaire dans la région de Tizi Ouzou, nous avons comparé l'état de deux ruchers, l'un implanté dans la région de Yakouren et l'autre installé dans la région d'Azeffoun deux sites différents sur les plans géographique, climatique et environnemental, Pour cela Nous avons mesuré les taux d'infestations de *Varroa destructor* sur les abeilles adultes et dans le couvain, afin d'évaluer l'évolution de la population de ce parasite dans les colonies.

A cet effet nous avons structuré ce travail en cinq chapitres :

- Le premier présente une synthèse bibliographique portant sur l'abeille *Apis mellifera intermissa*.
- Le second traite de l'ectoparasite phorétique de l'abeille le *Varroa destructor*.
- Le troisième englobe l'ensemble du matériel utilisé et des méthodes appliquées sur le terrain et au laboratoire pour la réalisation de cette expérimentation.
- Le quatrième exposera les résultats obtenus et leurs interprétations.
- Quant au dernier il comporte une discussion des résultats obtenus et leurs comparaisons avec des études similaires.
- En dernier, une conclusion et des perspectives sont émises.

Chapitre I
Généralités sur
l'apiculture et l'abeille
domestique Apis
mellifera

I.1. Apiculture

I.1.1. Définition

L'apiculture ou culture des abeilles est l'art de soigner les abeilles pour récolter leurs produits (miel, cire, pollen, propolis et gelé royale). L'homme s'intéresse à l'apiculture pas seulement pour ses produits, mais aussi pour son rôle essentiel dans la pollinisation des cultures et la préservation de la biodiversité (Layens & Bonnier, 1897).

I.1.2. Apiculture dans le monde

L'apiculture est une activité importante à l'échelle mondiale, avec une production et une consommation de ses produits qui varient selon les pays. D'après les données de la FAO, la production mondiale de miel en 2020 a atteint 1,9 million de tonnes, Les principaux pays producteurs sont la Chine, l'Inde, les États-Unis, l'Argentine et le Mexique. Au niveau mondial, des technologies modernes tels IoT (Internet des objets) et l'intelligence artificielle (IA) sont désormais utilisées pour surveiller les ruches en temps réel. Par exemple, des capteurs mesurent la température, l'humidité et le poids des ruches, tandis que l'IA analyse ces données pour détecter précocement des problèmes comme les infestations ou les maladies (Beekeeping Trove, 2023). Cette évolution qui s'adapte à plusieurs défis permet de lutter contre le déclin des colonies d'abeilles.

I.1.3. Apiculture en Algérie

L'apiculture en Algérie est très ancienne, mais sa pratique s'est élargie très rapidement à partir des années 70. Aujourd'hui on dénombre 100000 apiculteurs avec un total de 87000 ruches. La production de miel reste cependant, variable et fortement influencée par les conditions climatiques et les pratiques apicoles locales. Le pays produit annuellement entre 2 500 et 3 000 tonnes de miel, bien que la consommation intérieure soit beaucoup plus élevée. Afin de soutenir les apiculteurs le gouvernement algérien a mis en place plusieurs initiatives notamment des programmes de subventions pour l'acquisition de matériel apicole et par l'Association Nationale des Apiculteurs Professionnels (ANAP) créée en 2016 qui vise à professionnaliser la filière apicole, soutenir les coopératives, former les apiculteurs et plus particulièrement les convaincre à adhérer au programme de surveillance du *Varroa*, qui selon Diffalah, (2023) est l'une des principales missions de l'association dans le but de réduire l'impact de cet ectoparasite et d'améliorer le potentiel apicole algérien.

I.2. *Apis mellifera*

I.2.1. Systématique

D'après Ruttner, et al. , Rapportés par Koudjil, (1990), la systématique de l'abeille domestique est la suivante

| | |
|------------------------|---|
| Règne : | Animal |
| Embranchement : | Arthropodes |
| Classe : | Insectes |
| Ordre : | Hyménoptères |
| Super famille : | Apoïdea |
| Famille : | Apidae |
| Genre : | <i>A. mellifera</i> (Linnaeus, 1758) |
| Espèce : | <i>A. mellifera intermissa</i> (Buttel, Reepen, 1906) |

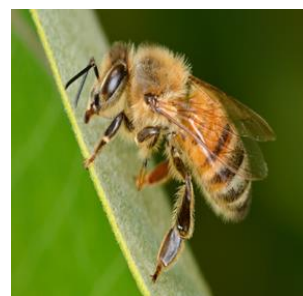


Figure 1 : *Apis mellifera*
(Futura science, 2017)

Etant un hyménoptère l'abeille possède deux paires d'ailes solidaires pendant le vol (Waring & Waring, 2014). Elle fait partie de la section Aculeata, où les femelles portent des dards ou des aiguillons (Michener, 2000). Dans cette section se trouve la superfamille des Apoïdea, subdivisée en six familles, dont les Apidae qui sont caractérisés par la présence de corbicules sur les pattes postérieures des femelles, ces derniers sont utilisés pour transporter le matériel de construction des ruches et le pollen (Winston et Michener, 1977). Dans la famille des Apidae, la sous-famille des Apinae regroupe les abeilles dites "vraies", des abeilles sociales, divisées en 19 tribus, dont celle des Apini (Michener, 2000). Cette tribu comprend plusieurs espèces d'abeilles, dont *Apis mellifera* (Danforth et al., 2013).

I.2.2. Différentes races

Dans le monde Il existe plus de 20.000 espèces d'abeilles, qui se subdivisent en races réparties dans différents habitats, parmi elles *Apis mellifera* (du latin mel : miel, et ferre : porter), originaire d'Europe et d'Afrique c'est l'espèce la plus commune (Denis, 2009). Elle se divise actuellement en 28 sous-espèces validées (races géographiques) identifiées par leurs caractères

morphologiques génétiques et comportementaux (Ruttner, 1988). Selon Waring et Waring (2014), *Apis mellifera* est représentée par quatre principales races :

- *Apis mellifera carnica*, l'abeille carniolienne, elle se démarque par sa coloration grise et son tempérament doux, se trouve dans les Alpes autrichiennes, la Slovénie, la Croatie et la Serbie.
- *Apis mellifera caucasica* : l'abeille caucasienne, elle est grise, très poilue, réputée pour sa douceur. Elle est présente dans les montagnes de la Russie.
- *Apis mellifera ligustica* : l'abeille italienne, de couleur jaune elle se distingue par sa capacité à produire beaucoup de miel.
- *Apis mellifera mellifera* : l'abeille noire d'Europe, elle consomme peu, récolte beaucoup de pollen et résiste bien à l'hiver.

On compte aussi parmi les autres races, *A. mellifera intermissa* et *A. mellifera sahariensis* qui constituent le cheptel apicole algérien

- *mellifera intermissa* (Buttel, Reepen, 1906) dite abeille tellienne, dont l'aire de distribution se confond avec l'Atlas tellien, elle est de couleur noir, nerveuse et manifeste une assez forte tendance à l'essaimage.
- *mellifera sahariensis* (Baldensperger, 1932) abeille saharienne ou abeille jaune, de petite de taille, avec un indice cubitale élevé ; elle est rustique et résiste aux conditions défavorables climatiques et environnementales.

I.2.3. Morphologie générale

Les abeilles ont un corps qui s'adapte à une grande variété de plantes à fleurs, ce qui les qualifie d'abeilles généralistes ou polylectiques (Dötterl et Vereecken, 2010 ; Danforth et al., 2013). Couvert de poils, il comprend la tête, le thorax et l'abdomen (Libis, 1992)

- a. La tête :** La tête est reliée au thorax par un cou très court. Elle est équipée de deux antennes coudées, de deux grands yeux à facettes, et au centre du front, trois ocelles. Les parties buccales comprennent une lèvre supérieure très réduite, deux mandibules courtes en forme de gouges, deux mâchoires allongées portant de très petits palpes, une langue velue en forme de gouttière, terminée par une petite spatule, elle est accompagnée de deux longs palpes labiaux. Ces structures buccales caractérisent le type broyeur-lécheur.

- b. Le thorax** est constitué de trois segments. Le premier porte une paire de pattes, le deuxième, le plus gros, et le troisième, plus petit, portent chacun une paire de pattes et une paire d'ailes membraneuses. Les ailes sont relativement étroites ; l'aile postérieure s'accroche à une nervure de l'aile antérieure à l'aide de petits crochets, les fusionnant pratiquement en une seule aile. Les pattes ont un tarse composé de cinq articles, dont le premier est bien développé, et le dernier article porte deux griffes et une sorte de languette appelée semelle adhésive, permettant à l'abeille de s'agripper aux surfaces lisses. La marche de l'abeille est facilitée par ses griffes, qui adhèrent aux surfaces rugueuses. L'abeille vole à une vitesse estimée à 20 kilomètres par heure ; des mesures cinématographiques ont montré que ses ailes battent de 200 à 250 fois par seconde.
- c. L'abdomen** est composé de onze segments, dont six visibles. Le premier relie l'abdomen au thorax et est séparé du second par un étranglement. La partie étroite du second segment est appelée pédoncule ; on dit que l'abdomen est pédonculé. Le septième segment porte l'orifice d'une cavité appelée le cloaque, où sont situés quatre segments rudimentaires, à l'extrémité desquels s'ouvre l'anus. Du cloaque sort le dard, constitué d'un fourreau dans lequel glissent deux stylets barbelés. Ensemble, ils forment un canal par lequel s'écoule le venin sécrété par des glandes abdominales. Ces barbelures expliquent pourquoi l'abeille ne peut retirer son dard après avoir piqué et pourquoi, privée de cet outil elle meurt.

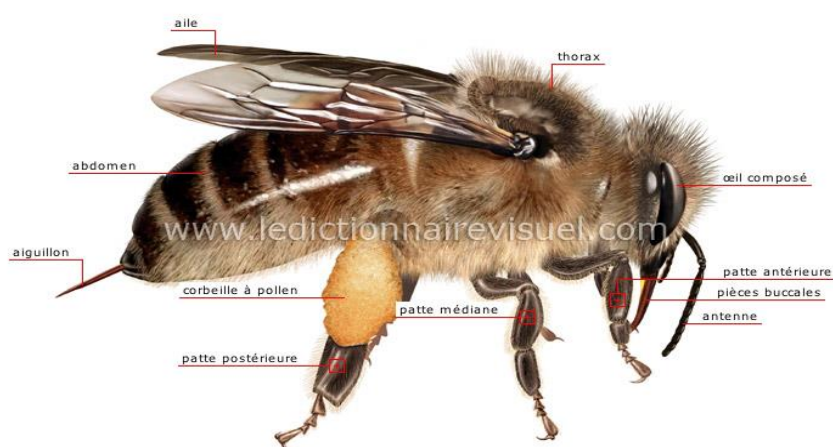


Figure 2 : Morphologie générale de l'abeille. Source (<https://www.ikonet.com/fr/ledictionnairevisuel>)

I.2.4. Cycle de développement

- **Reproduction de l'abeille**

Parmi les castes femelles de la ruche, la reine est la seule fécondée (Biri, 1986). Elle atteint sa maturité sexuelle environ le 5^{ème} jour après son émergence. Une fois mature, les ouvrières se montrent agressives à son égard pour la pousser à sortir et effectuer le vol nuptial le 5^{ème} et le 15^{ème} jour (Hooper, 1976).

Le vol dure de quelques minutes à une heure (Regard, 1987), se fait en ciel à plus de 10m de hauteur (Clement, 2010), il se poursuit jusqu'à ce que la spermathèque soit remplie (La Fleche, 1981), elle reçoit d'un mâle 11 à 16 millions de spermatozoïdes (Biri, 2002). La reine commence à pondre un à trois jours après sa fécondation en commençant par les cellules centrales (Adjimi, 2011), elle pond quotidiennement 1000 à 2000 œufs au printemps (période d'activité). La ponte régresse durant l'été et reprend pour une courte période à l'automne (Bacher, 2008). Les œufs fécondés donnent des femelles et les non fécondés se développent uniquement en mâles (Boucher, 2016).

- **Cycle de développement**

La métamorphose est totale, dite holométabole et sa durée diffère en fonction des castes (Fig. 3), elle dépend essentiellement de la température que la colonie maintient dans la ruche au niveau du couvain. Le développement de l'œuf jusqu'à l'âge adulte est représenté dans (Tableau 1) ci-dessous

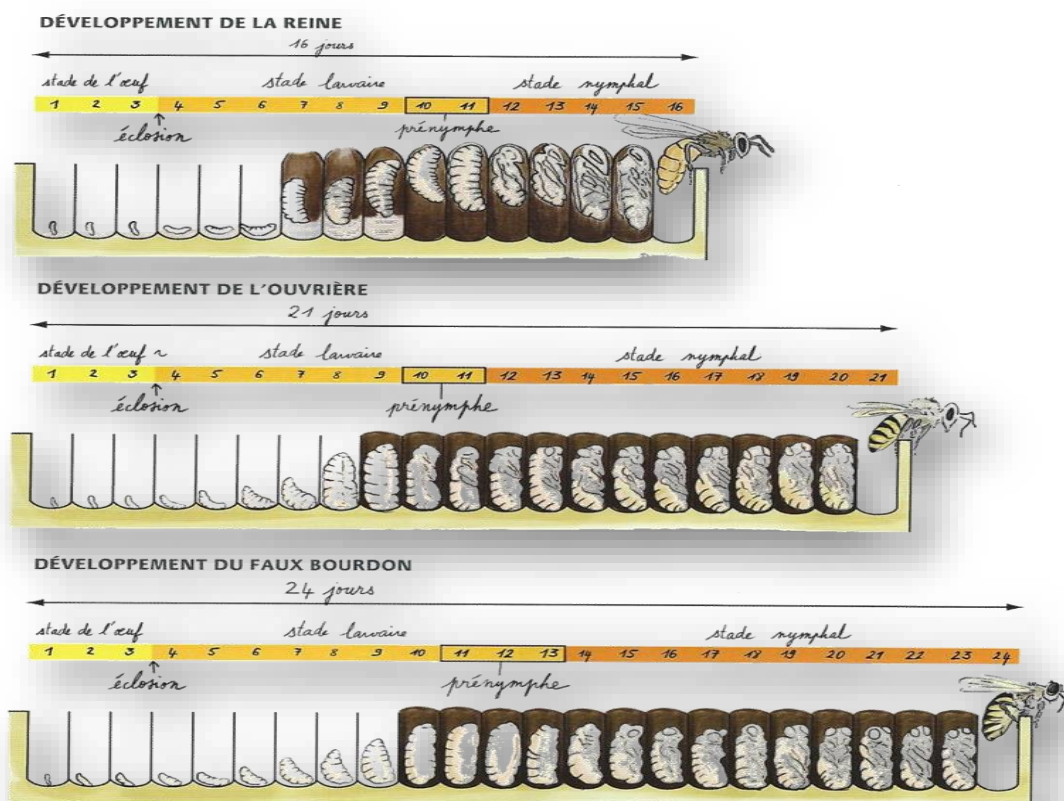


Figure 3 : Métamorphose des castes d'abeille, source (ialo.fr/abeille-qui-es-tu/)

| | Œuf | Larve | Pré-nymphe | Nymphe | Emergence de l'adulte |
|--------------|-------|--------|------------|---------|-----------------------|
| Reine | 1-3 j | 4-9 j | 10-11 j | 12-15 j | 16 j |
| Ouvrière | 1-3 j | 4-9 j | 10-11 j | 12-20 j | 21 j |
| Faux bourdon | 1-3 j | 4-10 j | 11-13 j | 14-23 j | 24 j |

Tableau 1 : Durée du cycle de développement de l'abeille selon les castes, en nombre de jours (j)

I.2.5. Alimentation de l'abeille

En automne, l'apiculteur doit absolument vérifier si les colonies possèdent suffisamment de provisions pour surmonter l'hiver. Au début du printemps, il devra à nouveau voir si la colonie et le couvain en formation disposent de suffisamment de miel et de pollen pour se nourrir jusqu'au moment de la floraison et de la récolte.

Selon Biri (1989), pour son alimentation, une larve a besoin de 100 mg de miel, 50 mg de pollen, 38 mg d'eau, soit au total 188 mg. Une abeille, semble-t-il, consomme 4,87 mg de miel par jour.

Les abeilles butineuses qui vont à la récolte recueillent :

- **Le nectar** qui est un liquide sucré et parfumé produit par les nectaires des plantes. Il contient 15 à 20% de saccharose et environ 80% d'eau ; il contient également de petites quantités de gomme, de dextrine, de sels minéraux, d'acide phosphorique, ainsi que des sels de fer, de calcium, des carbonates et des sulfates. Il sert aux abeilles pour produire le miel. (Biri, 1989)
- **Le pollen** qui constitue la source protéique essentielle pour l'alimentation des jeunes abeilles et des larves. Il sert également de matière première pour la production de la gelée royale et la ponte des œufs. Dans une colonie typique, les besoins en pollen s'élèvent à environ 35 à 40 kg par an (Biri, 1989).
- **La propolis** est une substance résineuse produite par certaines plantes telles que les peupliers, les saules, les bouleaux, et les ormes. Elle est collectée par les abeilles pour divers usages, pour boucher les fissures du nid, renforcer et ressouder la cire gaufrée, ainsi que pour embaumer les cadavres des insectes intrus qui entrent dans la ruche. La propolis a un point de fusion de 65°C et une densité de 1,2 ; elle est composée de 50% de substances résineuses, 10% d'huile essentielle, et 40% de cire. Les abeilles ajoutent de la cire pour adoucir la consistance de la résine. Environ 100 à 250 g de propolis sont collectés par une colonie normale au cours d'une année (Biri, 1989).
- **L'eau** qui est utilisée pour refroidir la ruche lorsqu'il fait trop chaud, pour produire de la gelée royale pour nourrir les larves et pour digérer le pollen. Les nourrices sont celles qui en consomment le plus (Biri, 1989).

I.2.6. Organisation d'une colonie

Une colonie est composée de trois castes : les ouvrières, les mâles et la reine.

On trouve dans chaque colonie les adultes et le couvain.

- Adultes** sont représentés par une seule reine, des milliers d'ouvrières, et quelques centaines de faux bourdons (mâles).

- **La reine** joue un rôle fondamental dans la vie de la colonie. Une reine en bonne santé, jeune, vigoureuse et pondant à un rythme soutenu, assure un renouvellement constant de la population et un développement satisfaisant de la ruche. Du point de vue morphologique, la reine se distingue nettement des abeilles ouvrières et des faux bourdons ; elle mesure 18 à 22 mm de long et son thorax atteint environ 4,2 mm de diamètre, elle diffère également des ouvrières et des faux bourdons par sa couleur. La reine est dépourvue de glandes cirières ; la durée de son cycle vital peut atteindre quatre ou cinq ans, cette longévité est selon Ravazzi (2003), en relation avec son régime alimentaire basé strictement sur la gelée royale.
- **L'ouvrière** : C'est la plus petite des membres de la colonie. Elle est ainsi nommée parce qu'elle exécute tous les travaux de la ruche. C'est une femelle incomplète car ses organes génitaux sont atrophiés ; elle ne possède que des organes pour récolter le nectar et le pollen. L'ouvrière peut être butineuse, cirière, nourricière, etc... (Biri. 1989).
- **Faux bourdon** : son rôle est de féconder la reine vierge au cours du vol nuptial. Il est incapable de travailler et de se défendre car ne possède aucun organe prévu à cet effet. Il se transforme, d'œuf en insecte parfait, en 24 jours. Il consomme 15 mg de miel, donc trois fois plus qu'une ouvrière. Il vit, en moyenne, trois mois (Biri.1989).

b. Le couvain : Ensemble des œufs, des larves, des nymphes et des abeilles émergentes qui se trouvent dans les rayons. Le couvain peut être découvert ou couvert :

- Il est couvert lorsqu'il contient des œufs et des larves.
- Il est découvert (operculé) lorsque les larves se transforment en nymphe (phase nymphale), les cellules sont operculées par les abeilles adultes, la rupture de l'opercule se produit lorsque l'abeille émerge de la cellule.

La vie d'une colonie d'abeilles suit un cycle saisonnier régulier comprenant cinq phases

Phase hivernale (Novembre - Février), période durant laquelle l'activité des abeilles est réduite par manque de ressources ; la colonie survit sur les réserves accumulées.

Phase pré-vernale (Mars - Avril), elle coïncide avec l'arrivée du printemps, lorsque la flore commence à fournir du nectar et du pollen frais en abondance, ce qui stimule l'élevage du couvain et la croissance de la population d'abeilles ouvrières.

Phase vernale (Début Mai - Fin Juin), elle correspond à la miellée du printemps, marquée par une floraison intense des arbres fruitiers, du colza et du pissenlit, permettant une récolte abondante.

Phase estivale (Fin Juin - Début Août), la miellée d'été marque le début de cette phase. La colonie entre alors dans une période de régression : la ponte de la reine diminue, le couvain et l'effectif global de la colonie régressent et les mâles sont expulsés. Cette phase se termine avec l'apparition progressive des premières abeilles d'hiver.

Phase estivo-automnale marque la fin de la période de miellée. À ce stade, la flore ne fournit que de petites opportunités de récolte. La ponte de la reine est considérablement réduite, et la population est en majorité composée d'abeilles d'hiver, avec un couvain très limité.

Le cycle biologique annuel dépend de l'environnement dans lequel évolue la colonie (climat, flore, cycle de récolte) (Riva, 2017).

I.2.7. Produits de la ruche

- **Miel**

Il est élaboré par les abeilles à partir du nectar en le combinant avec des substances spécifiques et en l'entreposant dans les alvéoles des rayons où il parviendra à maturité. Le miel se forme en faisant passer le nectar de l'ouvrière butineuse à une autre qui se trouve près de l'entrée de la ruche (Ravazzi, 2003). Sa composition et ses caractéristiques (coloration, saveur et autres) dépendent des fleurs visitées, ainsi que des conditions environnementales et climatiques au moment du butinage. On trouve des miels blancs (Acacia, trèfle), des miels ambrés (Lavande, romarin, fleur d'oranger, tilleul) et les miels foncés (Eucalyptus, châtaignier, bruyère, manuka), (Denis, 2013).

- **Gelée royale**

Sécrétée par les glandes hypopharygiennes et mandibulaires des jeunes abeilles nourrices. C'est une substance blanchâtre, légèrement acide et faiblement sucrée. Elle constitue la source nutritive initiale pour toutes les larves de l'ensemble des castes apicoles au cours de leurs trois premiers jours de développement. À partir du quatrième jour, seules les larves destinées à la caste royale sont alimentées par ce produit. La gelée royale est l'aliment exclusif de la reine tout au long de sa vie (Ravazzi, 2003).

- **Propolis**

Est une substance épaisse et résineuse que les ouvrières collectent sur les conifères et d'autres essences d'arbres. Elles s'en servent pour recouvrir d'une fine couche l'intérieur de la ruche et renforcer les rayons. La propolis est aussi mise à profit pour obturer les fissures et réduire la taille de l'entrée de la ruche (Denis, 2013).

- **Cire**

Est une substance grasse produite par les glandes cirières des abeilles ouvrières dans une tranche d'âge allant de douze à dix-huit jours. Elle est par la suite, modelée par leurs mandibules et incorporé au pollen et la propolis pour servir à la construction et la réparation des rayons de la ruche. Dans leur environnement naturel, la cire est utilisée pour réaliser un abri résistant et flexible (Ravazzi, 2003).

- **Venin**

Produit par deux glandes annexes à l'appareil de pique, sert à défendre la colonie, il contient 88% d'eau, du glucose, du fructose, des phospholipides et surtout des enzymes (Denis, 2013).

- **Pollen**

Produit dans les anthères des fleurs. Cette substance finement pulvérulente, formée de grains microscopiques, est véhiculé sur l'ovule par les abeilles. Consommé par les larves d'abeilles et les abeilles adultes, il constitue une source de protéines (Denis, 2013)

I.2.8. Ennemis et maladies de l'abeille

a. Ennemis

- **Les fourmis** de la famille des Formicidae. Elles sont carnivores, chassent, souvent de nuit ; elles s'attaquent aux abeilles, même très haut dans des arbres

creux, et consomment le couvain. Elles sont capables d'éliminer complètement une colonie en quelques heures. (Paterson, 2006).

- **Le ratel** *Mellivora capensis* est un animal très puissant doté d'une peau extrêmement résistante et de fortes griffes. Il préfère le couvain au miel et déchire facilement le bois des ruches les plus solides. Il peut également grimper dans les branches basses des arbres et faire tomber les ruches traditionnelles au sol. Dans certaines régions, les apiculteurs protègent leurs ruches en clouant une feuille de tôle autour du tronc des arbres porteurs pour empêcher ces animaux de monter. (Paterson, 2006).
- **Coléoptères des ruches** : Il existe deux espèces, la grande recherche le miel, tandis que la petite entre dans la ruche pour s'y reproduire.
 - **Le grand coléoptère des ruches** *Oplostomus fuliginus* est mellivore, présent surtout à basse altitude sous climat chaud.
 - **Le petit coléoptère des ruches** *Aethina tumida*, un ravageur plus fréquent dans les régions moins chaudes. Il se reproduit dans la ruche et ses larves se nourrissent de pollen et de miel, ce qui provoque la fermentation du miel et sa liquéfaction. (Paterson, 2006).
- **Les fausses teignes** font plus de dégâts dans les régions à climat tropical que dans les zones tempérées. Il en existe deux espèces, *Galleria mellonella* et *Achroia grisella*. Ces papillons vivent et se reproduisent sur les rayons, notamment sur les vieux rayons noirâtres. Le risque est accru si les abeilles ont consommé beaucoup de miel et ont laissé des rayons vides sans surveillance. Toute colonie qui a perdu sa reine est susceptible d'être attaquée (Paterson, 2006).
- **Les guêpes** : Certaines guêpes telles que *Polarus latifrons* attaquent parfois les abeilles à l'entrée de la ruche et les emportent pour les consommer ou en nourrir leurs larves. Ces insectes posent souvent plus de problèmes dans les régions chaudes, où ils peuvent empêcher les abeilles de sortir butiner s'ils sont présents en grand nombre (Paterson, 2006).
- **Les poux des abeilles ou Braules** *Braula spp.* sont de minuscules mouches aptères, ectoparasites notamment des reines. La femelle du parasite pond ses œufs sur les opercules de cire des cellules à miel, et les larves creusent de très fins tunnels sous la surface des rayons de miel. (Paterson, 2006).

- **Les oiseaux** : beaucoup d'espèces d'oiseaux s'attaquent aux abeilles, mais les dégâts occasionnés aux colonies sont relativement mineurs. (Paterson, 2006).

b. Maladies de l'abeille

- **Acariose** : une affection des trachées connue dans presque tous les pays du monde, mais plus fréquente dans les zones où l'hiver est long (en montagne, notamment). L'acarien *Acarapis woodi*, est responsable de cette maladie, sur *Apis mellifera*, sur *Apis cerana*, et même sur l'abeille africaine *Apis mellifera scutellata*. Il contamine les castes adultes, mais semble préférer les faux-bourçons. En cas de forte infestation, l'impact économique peut être grand (moindre efficacité de la pollinisation et faible production de miel, etc.) (Boucher, 2016).
- **Nosémosé** : une parasitose cosmopolite, mais s'exprime plus fortement dans les pays tempérés aux hivers longs et humides. Elle touche les ouvrières, la reine, et les faux-bourçons. L'atteinte par *Nosema apis* est favorisée par le confinement des abeilles dans la ruche et par leur affaiblissement face aux attaques par d'autres parasites et face aux pesticides, occasionnant alors des pertes économiques importantes et une mortalité non négligeable. En revanche, la maladie peut évoluer de façon inapparente (Boucher, 2016).
- **Amibiase** : Elle affecte l'abeille domestique adulte. Elle est une fois sur trois associée à la nosémosé, elle s'exprime souvent dès les premières sorties printanières, s'accroît en mai-juin puis s'estompe à partir de l'été.
- **Sépticémie** : elle est causée par *Bacillus apicepticus*, qui envahit l'hémolymphe des abeilles adultes et entraîne leur mort (Fernandez et Coineau, 2007).

c. Maladies du couvain

- **Loque américaine**, une affection cosmopolite causée par la bactérie *Paenibacillus larvae* qui existe sous deux formes végétative et sporulée. Les spores peuvent résister de nombreuses années aux agents chimiques, à la chaleur et même aux antibiotiques. On les retrouve souvent dans les débris de couvain mort, les produits de la ruche, ou sur les équipements apicoles. (Boucher, 2016).

- **Loque européenne**, c'est une maladie à déclaration non obligatoire (Colin et Medori, 1982). Elle affecte les larves avant l'operculation. L'agent infectieux est *Melissococcus plutonius*, une bactérie qui ne sporule pas. (Boucher, 2016).
- **Virus des ailes déformés (DWV)**, une maladie du couvain et des adultes, elle est fréquente à la fin de l'été et en automne. Le virus est transmis par *Varroa destructor* qui est présent dans plus de 90% des cheptels apiaires. Les nymphes parasitées dans leur couvain operculé sont très souvent touchées par le virus (20 à 60%). (Boucher, 2016)
- **Virus du couvain sacciforme (SBV)**, la maladie entraîne une modification morphologique puis la mort des larves. Cependant, elle ne s'exprime que lorsque certains facteurs favorisants sont réunis. Les ruches parasitées, notamment par *Varroa destructor*, sont les plus sensibles. La maladie peut s'exprimer durant toute la saison d'élevage, mais on la rencontre surtout durant le printemps (Boucher, 2016).
- **Virus de la paralysie aigue (APV)**, Il existe au moins deux maladies virales donnant des troubles nerveux de type paralytique chez les abeilles la paralysie chronique et la paralysie aiguë. Cette dernière touche les abeilles adultes, et parfois le couvain, notamment lorsque les colonies sont affaiblies par la présence du *Varroa*. La paralysie aigue survient essentiellement en été (Boucher, 2016).
- **Varroose**, c'est l'un des grands fléaux de l'apiculture mondiale. Elle touche les larves, les nymphes et les adultes ; elle est à déclaration obligatoire. Le parasite est l'acarien *Varroa destructor* qui est adapté à la fois au parasitisme et à la phorésie (Boucher, 2016). (Voir chapitre II).

Chapitre II
Le parasite
Varroa
destructor

II.1. Origine

Varroa destructor, représente une menace majeure pour les populations d'abeilles domestiques occidentales, *Apis mellifera*. Bien qu'il existe plusieurs espèces de *Varroa*, c'est principalement *V. destructor* qui cause des dommages considérables. Avant l'an 2000, *V. jacobsoni* Oudemans était considéré comme le responsable des pertes massives de colonies d'abeilles, mais des recherches taxonomiques ont révélé qu'une espèce précédemment inconnue (*V. destructor*), était en fait la principale source de ces dommages.

C'est un ectoparasite, il se nourrit d'hémolymphe. Son hôte naturel est l'abeille domestique asiatique, *Apis cerana* dont les défenses naturelles semblent lui offrir une certaine protection.

La transition du *Varroa* vers *Apis mellifera* n'a pas été instantanée et a pu prendre plusieurs décennies. Aujourd'hui *V. destructor* est largement répandu (**Fig. 4**), des mesures de quarantaine strictes sont désormais appliquées dans les pays non infestés pour éviter son introduction accidentelle (Anderson et Trueman, 2000).



Figure 4 : La répartition du *Varroa destructor* dans le monde. (Nestor & Coineau, 2007).

II.2. Systématique

- Ordre : **Acari**
- Sous-ordre : **Anactinotrichida**
- Famille : **Varroidae**

- Genre et espèces :

Varroa jacobsoni, Oudemans 1904

Varroa underwoodi, Delfinado -Baker, Aggarwal 1987

Varroa rindereri, Guzman, Delfinado-Baker 1996

***Varroa destructor*, Anderson, Trueman 2000**

Les espèces d'abeilles hôtes sont *Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis koschevnikovi*.

II.3. Morphologie

Varroa destructor, est un petit acarien octopode (**Fig. 5**), possédant une paire de chélicères située près du *gnathostome* (partie buccale). Ces appendices remplissent diverses fonctions, ils ont des capacités sensorielles semblables à celles des antennes des insectes, aidant le varroa à détecter les odeurs et les saveurs, ce qui lui permet de se fixer sur l'abeille. Le varroa présente un dimorphisme sexuel distinct : la femelle adulte est reconnaissable à son corps ovale, rougeâtre à brunâtre, mesurant environ 1,5 à 2 mm de large et 1 à 1,8 mm de long. Le mâle est plus petit, présente un corps sphérique jaunâtre mesurant 0,75 mm en largeur et 0,70 mm en longueur. Le corps de l'acarien est divisé en deux parties : le *gnathosoma* (partie antérieure, mâchoire) et l'*idiosoma* (partie postérieure) (**Fig. 5**)

L'*idiosoma* est doté de membranes dorsales et ventrales flexibles qui lui permettent de s'étendre lors de l'alimentation ou de la reproduction. Le *gnathosoma* dispose de deux dents sur le segment terminal du chélicère, formant une cavité buccale qui peut percer la cuticule de l'abeille.

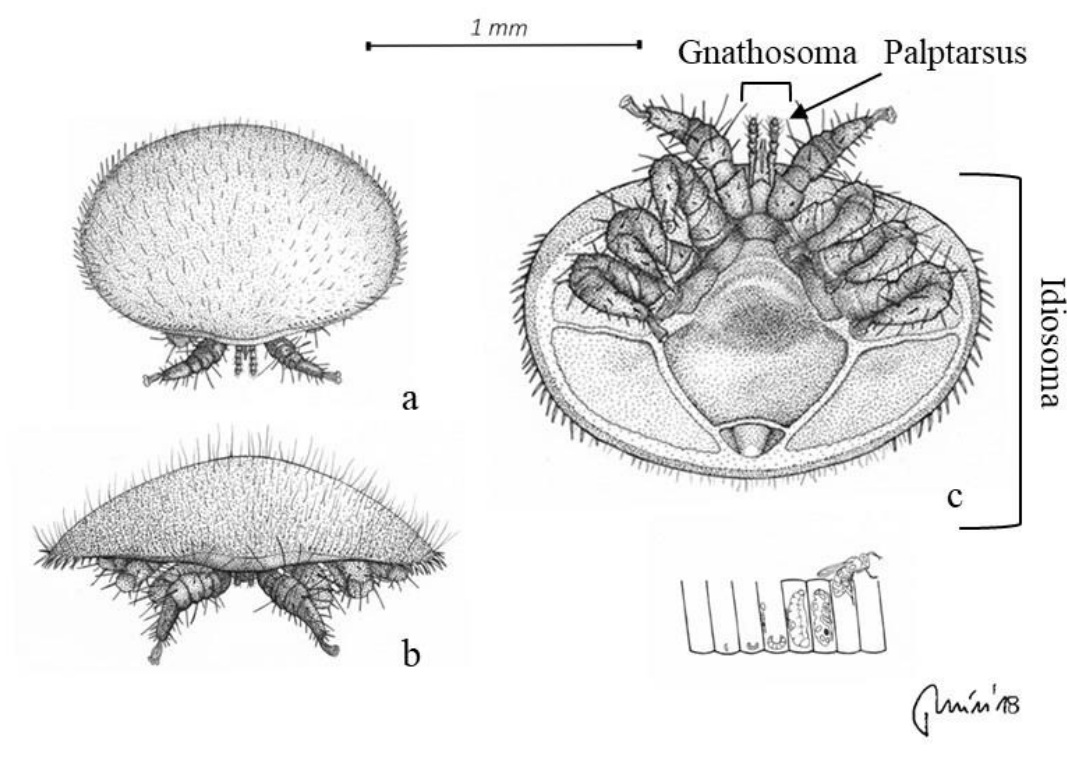


Figure 5 : Morphologie de *Varroa destructor*; aspect dorsal (a), de face (b) et ventral (c). (Cournoyer, 2022).

Illustration de Benjamín De Andrés Cuesta, sous le respect de la licence CC.

Les analyses ont révélé que le varroa se nourrit principalement des cellules graisseuses de l'abeille, qui sont riches en protéine surtout en guanine, associées au liquide corporel. Ses glandes salivaires produisent des enzymes pour métaboliser les substances ingérées (Cournoyer, 2022).

II.4. Cycle parasitaire

Le cycle biologique du varroa comporte deux phases :

- Une phase de phorésie, sur l'abeille adulte (**Fig. 6**).
- Une phase de reproduction, dans les cellules du couvain operculé (**Fig. 7**).



Figure 6 : Varroa phorétique sur le thorax d'une abeille adulte (GDS France, 2019)



Figure 7 : Varroa retrouvé sur une larve, dans une cellule du couvain (GDS France, 2019)

La phase phorétique représente le moment où le parasite est transporté vers le couvain pour se reproduire. Cette phase favorise également la propagation de l'acarien par le butinage, le pillage, la dérive, et l'essaimage. Les femelles varroa choisissent de préférence des ouvrières âgées de 12 à 14 jours, généralement des nourrices.

La phase de reproduction

Les larves au 5^{ème} stade larvaire (L5) émettent des substances chimiques qui attirent les Varroa en phase phorétique, incitant la femelle à entrer dans une cellule de couvain juste avant son operculation. La reproduction de Varroa se fait dans le couvain operculé. Les alvéoles de faux-bourçons sont beaucoup plus attractives que les alvéoles d'ouvrières car elles sont plus fréquemment visitées par les nourrices et que la durée d'operculation y est plus longue (270 à 280 heures dans le couvain d'ouvrières, et 330 à 360 heures dans le couvain de faux bourçons). La première femelle à entrer dans une cellule est désignée comme la fondatrice. Elle se cache entre les parois de l'alvéole et la larve pour se protéger des abeilles nettoyeuses, en s'immergeant dans la gelée larvaire jusqu'à l'operculation. Après cela, elle commence à se nourrir de l'hémolymphe de la larve, en perçant sa cuticule. Ce lieu devient le point unique de nourriture pour tous les parasites présents durant la phase de reproduction.

Le premier œuf est pondu environ trois jours après l'operculation, donnant naissance à un mâle haploïde ($n=7$). Ensuite, un œuf est pondu toutes les 30 heures environ, produisant des femelles diploïdes ($2n=14$). Ainsi, à chaque cycle de reproduction, la femelle pond 5 œufs (1 mâle et 4 femelles) dans le couvain d'ouvrières, et 6 dans le couvain de faux bourçons.

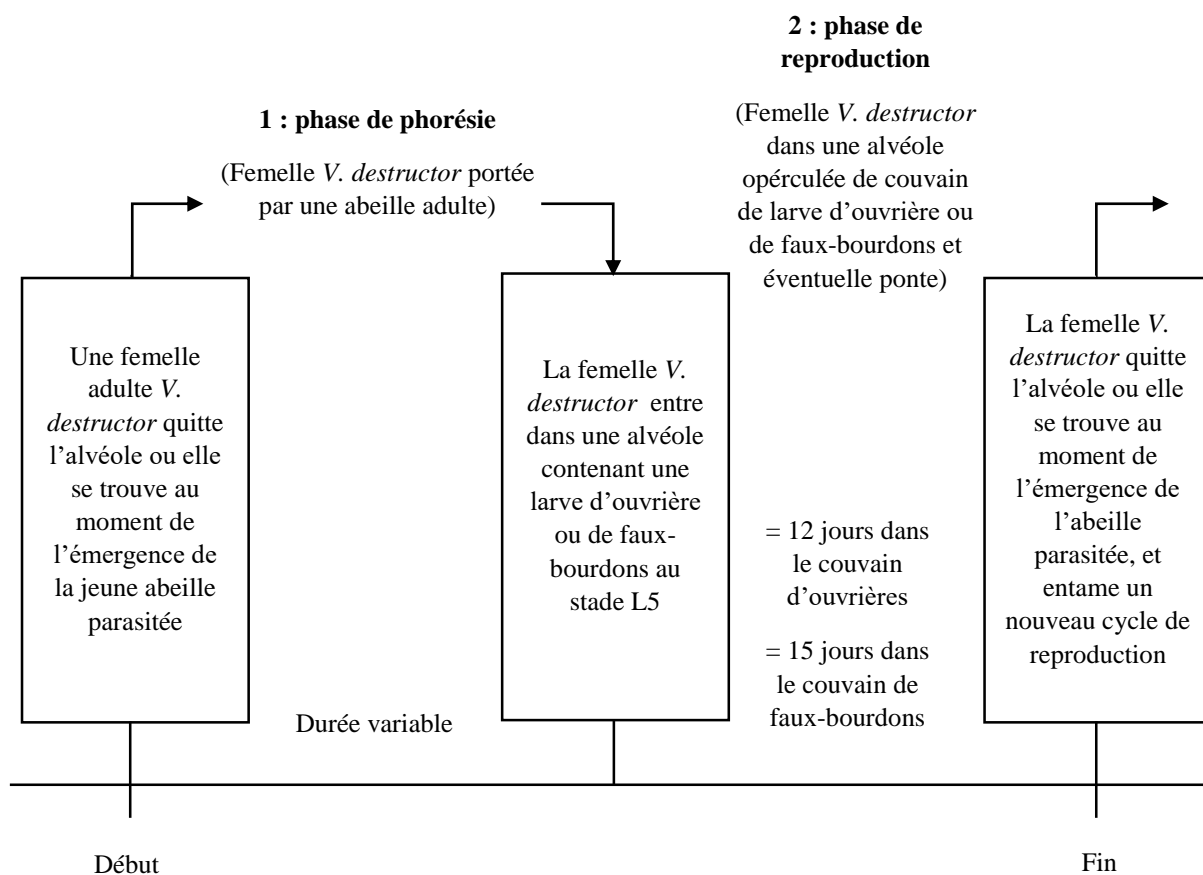


Figure 8 : Cycle biologique de *V. destructor* (Boucher, 2016)

II.5. Diffusion du *Varroa destructor*

À l'intérieur de la ruche infectée, sur un cadre de couvain, la densité élevée d'abeilles favorise le transfert du parasite d'un individu à un autre. En quittant la ruche, l'abeille qui transporte le parasite accroît les risques de sa propagation.

Les cadres de couvain et les abeilles qu'ils renferment peuvent être déplacés par l'apiculteur pour renforcer une autre ruche ou pour établir de nouveaux essaims ; ces actions favorisent également la diffusion du parasite (Fernandez & Coineau, 2007).

II.6. Transmission du parasite

La transmission du parasite d'une colonie à une autre s'effectue de manière horizontale ou verticale.

La transmission horizontale se produit lors du pillage, de la dérive des ouvrières ou lorsque des faux-bourçons étrangers visitent la ruche. Elle est faible au printemps, mais elle augmente pendant l'été pour ensuite diminuer à l'automne.

La transmission verticale se produit lors de l'essaimage (Boucher, 2016).

II.7. Facteurs favorisant le développement du parasite

Parmi ces facteurs il y a :

- Présence de couvain d'abeilles qui constitue une source constante de nourriture et un site pour sa reproduction.
- Température et humidité appropriées : Il préfère les environnements chauds et humides.
- Densité d'abeilles élevée : Une forte densité d'abeilles dans la ruche favorise sa propagation.
- Interventions humaines favorables : le mouvement de cadres infestés ou la création de nouveaux essaims à partir de ruches infectées, assurent la dissémination du parasite et ainsi de nouvelles zones d'infestation.

II.8. Actions pathologiques du varroa sur l'abeille

Une atteinte par le *Varroa* a plusieurs actions néfastes sur les colonies d'abeilles domestiques *Apis mellifera*, voici les principales :

- **Action spoliatrice**

En se nourrissant d'hémolymphe, le *Varroa* prive les abeilles de nutriments essentiels, leurs provoquant un affaiblissement, une immunosuppression, un développement retardé et une baisse de l'espérance de vie. Cela réduit la capacité de l'abeille à effectuer ses fonctions normales, le butinage, la thermorégulation et le soin des larves. La ponction d'hémolymphe provoque également la mortalité accrue des larves et des nymphes.

- **Action mutilante**

Les abeilles parasitées émergent avec des mutilations ou déformations externes et internes

- **Mutilations externes** : un raccourcissement de l'abdomen d'où la diminution d'environ 50% de la taille corporelle des abeilles dans les colonies les plus

touchées, des pattes atrophiées, des ailes déformées et parfois absentes provoquant un déséquilibre et un comportement altéré de l'abeille parasitée.

- **Mutilations internes** : réduction de la taille des acini des glandes hypopharyngiennes, essentielles pour la production de la gelée nourricière et royale ce qui nuit au développement des jeunes abeilles, au bon fonctionnement et la survie de la colonie.

- **Action vectrice**

Varroa destructor est un vecteur principal pour plusieurs virus des abeilles et activateur de la réplication virale (virus des ailes déformées et virus de la paralysie aiguë). Il augmente aussi la prévalence des maladies bactériennes et fongiques en affaiblissant le système immunitaire et en créant des blessures qui servent de points d'entrée pour ces infections.

- **Action sur la reproduction**

Les faux bourdons parasités présentent une baisse de leurs capacités de vol, les rendant incapables de féconder les reines vierges. Parallèlement, les reines infestées voient leur capacité de ponte diminuer, entraînant un déclin dans la croissance et le renouvellement de la population.

- **Action sur la santé globale de la colonie**

La présence de *V. destructor* provoque un stress métabolique à la colonie, déjà confrontée à d'autres menaces telles que la malnutrition et les changements climatiques, il peut également altérer la production de phéromones, des signaux chimiques essentiels pour la communication au sein de la ruche et pour le maintien de la cohésion de la colonie.

II.9. Symptôme

La varroase est la cause principale de mortalité des colonies ; ses symptômes sont les suivants

- Un affaiblissement général de la colonie
- Les nymphes sont atrophiées et mortes dans leurs alvéoles
- Le couvain est irrégulier et dit « en mosaïque »
- Les déjections de varroa visibles sur les parois des cellules, sous forme de points et de taches blanches

- Les abeilles adultes présentent des ailes déformées, atrophiées ou de formation incomplète, elles volent difficilement, voire pas du tout et rampent à l'entrée de la ruche
- Une mortalité importante ainsi qu'une forte tendance à développer d'autres maladies (Site web, 2020).

II.10. Prévention

Certaines pratiques peuvent être mises en œuvre pendant la saison apicole pour limiter le développement du varroa et améliorer l'efficacité des traitements (Boucher, 2016) :

- **Piégeage dans le couvain mâle** : Cette méthode vise à éliminer les femelles varroa et leurs descendants en installant des rayons de couvain mâle dans la ruche. Ces rayons, retirés après 15 à 22 jours, piègent les acariens sans leur permettre d'éclore, réduisant ainsi la charge parasitaire dans la colonie.
- **Constitution d'essaims artificiels** : En retirant quelques cadres de couvain de la colonie mère pour former un nouvel essaim, on répartit la population d'abeilles entre deux colonies, réduisant ainsi le taux d'infestation global dans chaque ruche.
- **Encagement de la reine** : En bloquant la ponte de la reine pendant au moins 24 jours, on permet l'émergence de tout le couvain, rendant les traitements médicamenteux plus efficaces contre les acariens.
- **Sélection d'abeilles tolérantes** : sélectionné des abeilles qui peuvent coexister avec *Varroa destructor* sans traitement comme c'est le cas avec *Apis cerana*, Cette tolérance est liée à la capacité des abeilles à se débarrasser du parasite et à la virulence variable des souches de varroa.

II.11. Traitement de la Varroase:

Pour contrôler *Varroa destructor*, on a recourt à des acaricides synthétiques ainsi qu'à des traitements alternatifs. Si un taux d'infestation de 3% est atteint, on déclenche un traitement d'urgence, et ce, à tout moment de l'année (Boucher, 2016).

Les acaricides se divisent en deux catégories selon leur mode d'action : les acaricides de contact et systémiques. Les substances actives les plus couramment utilisées incluent le fluvalinate, la fluméthrine, le coumaphos, et l'amitraze.

- Fluvalinate : Agit sur le système nerveux des parasites en interférant avec les canaux sodiques, provoquant la paralysie et la mort des acariens.
- Fluméthrine : Similaire au fluvalinate, elle perturbe le fonctionnement des canaux sodiques des cellules nerveuses des acariens, entraînant leur paralysie et leur mort.
- Coumaphos : Inhibe l'enzyme acétylcholinestérase dans le système nerveux des parasites, provoquant une accumulation d'acétylcholine, entraînant la paralysie et la mort des acariens.
- Amitraze : Interagit avec les récepteurs octopaminergiques du système nerveux des acariens, perturbant leur fonctionnement et entraînant la paralysie et la mort.

La résistance croissante et la présence de résidus ont conduit à une exploration sérieuse des traitements alternatifs. Ceux-ci comprennent l'utilisation de l'acide oxalique, de l'acide formique, de l'acide lactique, des huiles essentielles, des sucrosides et du champignon *Metarhizium* (Fernandez & Coineau, 2007).

Chapitre III
Matériel et
Méthodes

III.1. Présentation de la région d'étude : Nous avons mené cette étude dans deux régions présentant des altitudes et conditions climatiques différentes : Yakouren et Azeffoun.

III.1.1. Situation géographique :

Yakouren

Yakouren est une région située dans les montagnes du Djurdjura, en Algérie, caractérisée par son environnement montagneux et ses paysages pittoresques. Son altitude varie généralement entre 800 et 1 300 mètres au-dessus du niveau de la mer, ce qui en fait une zone de haute altitude. Le climat de Yakouren est montagnard, avec des étés doux et des hivers frais, et des températures moyennes généralement plus fraîches que dans les régions de basse altitude. L'humidité est également relativement élevée, surtout pendant les mois les plus froids de l'année. En raison de ces conditions favorables, Yakouren est prisée par les apiculteurs pour son potentiel de production de miel de qualité, grâce à la diversité florale offerte par ses montagnes environnantes et son environnement propice à l'apiculture.

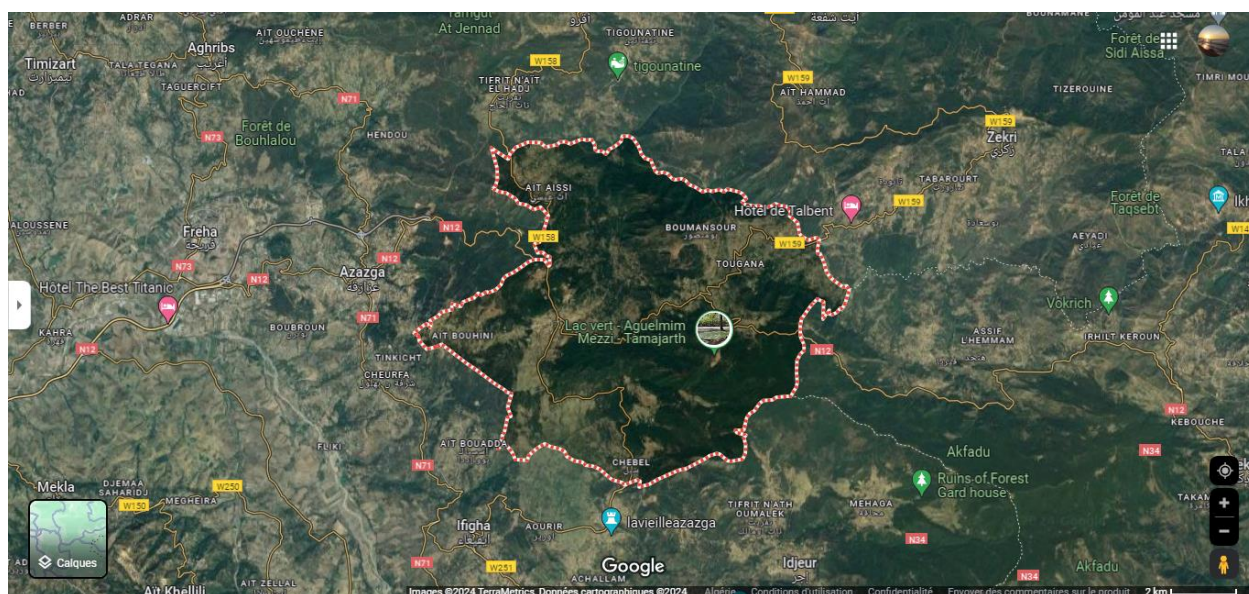


Figure 9 : Situation de la zone d'étude (Yakouren) (Google maps, consulté le 17/05/2024)

La commune de Yakouren est située à l'est de la wilaya de Tizi Ouzou. Elle est délimitée :

- Au Nord par les communes d'Akerrou, Ait Chafâa.
- Au Sud par les communes d'Ifigha et Idjeur.
- A l'Ouest par la commune d'Azazga.
- A l'Est par les communes de Zekri et Adekar (Bejaïa).

Azeffoun

Azeffoun est une ville côtière située dans la wilaya de Tizi-Ouzou, en Algérie. Contrairement à Yakouren, Azeffoun est située au niveau de la mer, ce qui lui confère un climat méditerranéen caractérisé par des étés chauds et secs, et des hivers doux et humides. Les températures estivales sont généralement plus élevées, tandis que les hivers sont plus doux et les précipitations plus abondantes, en particulier pendant les mois d'hiver. En raison de sa proximité avec la mer Méditerranée, Azeffoun bénéficie de niveaux d'humidité relativement élevés tout au long de l'année, ce qui crée un environnement verdoyant et luxuriant. Ces caractéristiques géographiques et climatiques peuvent également influencer la pratique de l'apiculture dans la région.



Figure 10 : Situation de la zone d'étude (Azeffoun) (Google maps, consulté le 17/05/2024)

La commune d'Azeffoun se situe au nord-est de la wilaya de Tizi Ouzou. Elle est délimitée :

- Au Nord par la mer méditerranée.
- Au Sud par les communes d'Aqerrou et Aghrib.
- A l'Ouest par la commune d'Iflisen.
- A l'Est par la commune d'Ait Chafâa.

Au sein de ces deux sites sont situés les ruchers utilisés dans notre expérimentation. Nous avons surveillé ces ruchers pendant une période de deux mois, en avril et mai, en effectuant des visites toutes les deux semaines, soit cinq visites par rucher, pour un total de dix visites.

III.1.2. Description des ruchers

Pour une bonne activité des colonies, la ruche doit disposer d'un bon ensoleillement, protégée des vents dominants (exemple : par plantation des arbres un peu plus loin), et aussi isolée du sol, pour éviter les remontées d'humidité, et pour la protéger des parasites.

Rucher de Yakouren

Il est implanté dans le village de Timliht à 940 m d'altitude depuis 10 ans, il comporte 18 ruches disposées au hasard sur un terrain à relief incliné. Ce rucher appartient à un apiculteur amateur qui a effectué un traitement chimique anti varroa à base d'Amitrase (Apivar) durant le mois de juillet 2023.

Le site comprend une végétation dominée par: Le cytise trois fleurs, l'aubépine, la bruyère, lasphodèl, le trèfle, le thym, le chêne liège, l'inule visqueuse, le lierre.



Figure 11 : Rucher à Timliht, Yakouren (Photo originale, 2024)

Rucher d'Azeffoun

Il est implanté au village Ath Sidi Yahia à 280 m d'altitude depuis 21 ans. Il appartient à un apiculteur amateur. Ce rucher se compose de 13 ruches disposées sur un terrain à relief incliné.

Le traitement anti varroa administré au mois de juillet de l'année passée est à base d'Amitraze (Apivar).

Le site comprend une végétation diversifiée composée essentiellement de : La lavande, l'eucalyptus, la bruyère, le myrte, l'origan, le pin d'Alep, le caroubier, le pissenlit, le ciste.



Figure 12 : Rucher à Ath Sidi Yahia, Azeffoun (Photo originale, 2024)

III.1.3. Climat : le climat joue un grand rôle dans l'apiculture en influençant l'activité des abeilles, le cycle de floraison des plantes mellifères, la production de miel et la santé des colonies.

Yakouren

La région de Yakouren connaît un climat méditerranéen régional, avec des caractéristiques distinctives :

Des températures variant entre 10°C et 15°C en hiver et entre 25°C et 40°C en été.

Des précipitations oscillant entre 850 ml par an.

L'humidité varie en moyenne entre 50% et 80% en hiver, et entre 40% et 60% en été.

Azeffoun

La région d'Azeffoun connaît un climat méditerranéen par excellence avec les caractéristiques suivantes :

Des températures entre 10°C et 18°C en hiver, et entre 28°C et 40°C en été.

Des précipitations en moyenne de 900 ml par an.

L'humidité varie en moyenne entre 50% et 80% en hiver, et entre 60% et 80% en été.

III.1.4. Flore mellifère : la flore environnante d'un rucher est d'une importance cruciale pour la santé et la productivité des colonies d'abeilles. Elle fournit des ressources alimentaires, favorise la pollinisation, protège contre les maladies et les parasites, et maintient l'habitat des abeilles.

Yakouren

La région de Yakouren possède une flore mellifère diversifiée

- **Arbres :** Chêne Zen (Afares) ; Chêne Liège (Iferki) ; Frêne (Aslen) ; Micocoulier (Iviqes) ; Mérisier (Adharnin) ; Olivier (Azemmur) ; Figuier (Taneqlett) ; Alaterne (Asghersif)
- **Plantes de sous-bois :** Bruyère (Axlenj) ; Lentisque (Tidekt) ; Aubépine (Idmim) ; Myrthe (Rrihan) ; Nerprum (Imliles) ; Oléastre (Azebbuj) ; Chardon marie (Taga lexla) ; Sabline (Tagertilt n nabi)
- **Plantes de sous-bois à petites tiges :** Fougère (Ifilku) ; Garou (Alezzaz) ; Lavende (Amezzir) ; Petite centaurée (Qlilu)

- **Plantes aromatiques** : Thym (Tize3terin) ; Origan (Ze3ter) ; Camomille (Chib lhart) ; Laurier (Rrend) ; Salespareille (Askerchi) ; Arbousier (Asisnu). (Association de la protection de l'environnement d'Azazga (APE)).

Azeffoun : La région d'Azeffoun possède une flore mellifère à la fois diversifiée et peu similaire avec la région de Yakouren

- **Arbres** : Genêt à balai (Azzu ileghman) ; Mérisier (Adharnin) ; Olivier (Azemmur) ; Figuier (Taneqlett)
- **Plantes de sous-bois** : Bruyère (Axlenj) ; Lentisque (Tidekt) ; Romarin (Aklil)
- **Plantes de sous-bois à petites tiges** : Fougère (Ifilku) ; Garou (Alezzaz) ; Lavende (Amezzir) ; Petite centaurée (Qlilu)
- **Plantes aromatiques** : Thym (Tize3terin) ; Origan (Ze3ter) ; Camomille (Chib lhart) ; Laurier (Rrend). (Association de la protection de l'environnement d'Azazga (APE)).

Cette diversité offre aux abeilles une source abondante de nectar et de pollen, contribuant ainsi à la santé et à la productivité des colonies d'abeilles dans les deux régions.

III.2. Méthodologie de travail

Pour réaliser cette expérimentation avec succès, il a été indispensable de se munir d'un matériel adéquat, tant pour les opérations sur le terrain que pour celles en laboratoire. Les figures 13 et 14 illustrent l'ensemble de ce matériel.

Concernant le matériel biologique, il se compose des colonies d'abeilles adultes *A. mellifera intermissa*, de leur couvain et du parasite *V. destructor*.



Figure 13 : Matériel utilisé sur le terrain (Photos originales, 2024)

(A) ruche ; (B) combinaison apicole ; (C) gants ; (D) enfumoir ; (E) sucre glace ; (F) sachet ouvert d'un seul côté pour secouer le cadre ; (G) pot à couvercle grillagé ; (H) pot à couvercle fermé ; (I) lève cadre.

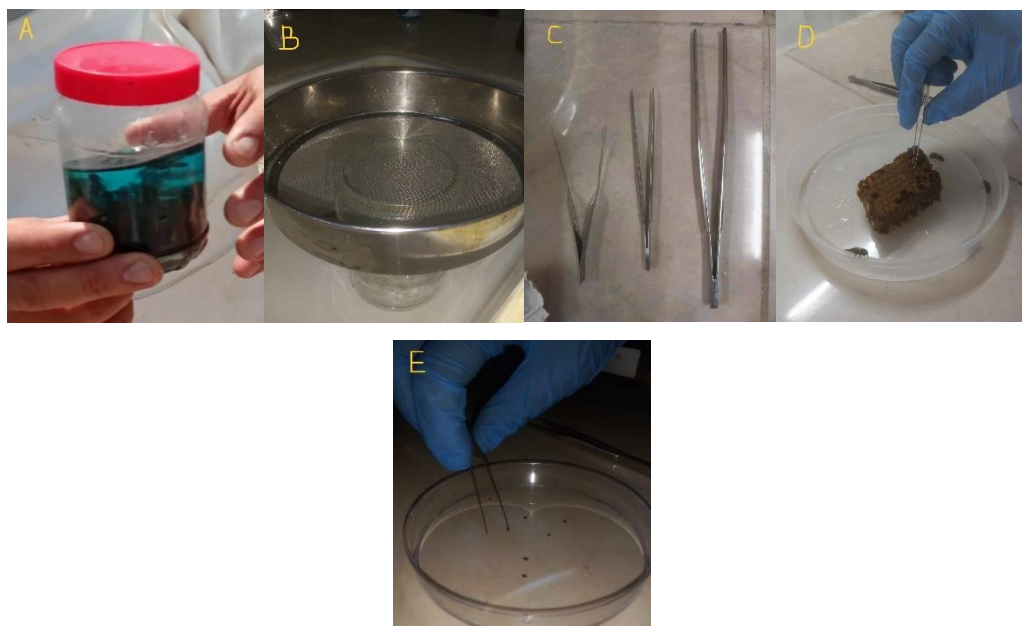


Figure 14 : Matériel utilisé au laboratoire (Photos originales, 2024)

(A) pot rempli d'alcool et d'abeilles ; (B) tamis à mailles fines; (C) pinces ; (D) une partie du couvain ;
(E) boîte de Pétri

III.2.1. Méthodes de prélèvement des abeilles adultes parasitées

Pour évaluer le niveau d'infestation des abeilles mellifères par le parasite phorétique *V. destructor* dans les ruchers étudiés, nous avons employé deux méthodes distinctes : l'une utilisant le sucre glace et l'autre à l'alcool.

III.2.1.1. Méthode du sucre glace : Pour cette méthode, on a besoin :

- d'un pot fermé par un couvercle grillagé (mailles entre 2,5 et 3 mm), ce pot désigné d'une limite correspondant à 100 ml de liquide qui nous donnera le niveau des 300 abeilles à prélever.
- de sucre glace
- d'un récipient blanc ou de couleur claire (plateau, assiette)
- d'un peu d'eau

Méthode :

- Sur un cadre de couvain ouvert (là où se situent majoritairement les varroas phorétiques), prélevé 300 abeilles dans votre pot. Attention à ne pas prélever la reine.

- Ajouter 2 cuillères à soupe de sucre glace et fermer le pot.
 - Rouler les abeilles dans le sucre pendant 1 minute afin de répartir le sucre sur toutes les abeilles.
 - Laisser le pot à l'ombre et attendre 1 minute.
 - Saupoudrer énergiquement le pot sur le plateau blanc, puis mettre un film d'eau au-dessus, le sucre glace et les varroas tombent sur le plateau, le sucre fond, les varroas sont alors bien visibles.
 - Compter les varroas tombés et noter leur nombre.
 - Relâcher les abeilles sur les têtes de cadre ou dans le nourrisseur et fermer la ruche.
- (FRGDS Occitanie, 2018)



Figure 15 : Etapes de la méthode de sucre glace (photos originales)

(1, 2, 3, 4) Prélèvement d'abeilles ; (5) Ajouter du sucre glace ; (6) Secouer pendant une minute ; (7) Laisser le pot à l'ombre ; (8, 9) saupoudrer énergiquement puis mettre un film d'eau au-dessus ; (10) Compter les Varroas ; (11) Relâcher les abeilles

III.2.1.2. Méthode à l'alcool : Cette méthode est la plus efficace pour séparer les varroas des abeilles, donc la plus précise, et est largement plébiscitée par la communauté technique apicole et les apiculteurs professionnels.

Pour cette méthode on a besoin :

- D'un pot fermé
- D'alcool
- D'une passoire

Méthode : Cette méthode consiste à :

- Prélever 300 abeilles ouvrières d'intérieur (20 à 40 g selon les souches) présentes sur un ou plusieurs cadres de couvain. Attention à ne pas prélever la reine.
- Les placer dans un récipient d'environ 300 ml (avec couvercle grillagé ou utiliser un outil spécialement destiné à cet effet.
- On ajoute de l'alcool à brûler, puis on secoue pendant au moins 30 secondes (60 conseillées).
- On lit directement dans le fond du pot (si le dispositif le permet) ou on verse le contenu dans une passoire ou un filtre à mailles fines.
- On compte les varroas recueillis. Le liquide est réutilisable mais il faut veiller à bien éliminer les varroas et les impuretés présents par filtrage. (Boucher, 2022)



Figure 16 : étapes de la méthode de l'alcool (photos originales)

- (1) Prélèvement des abeilles ; (2) verser l'alcool dans le pot à couvercle grillagé ; (3) secouer le contenu pendant 30 à 60 secondes ; (4) verser le contenu dans un tamis à mailles fines ; (5) chercher les Varroas ; (6) compter les Varroas

Le suivi d'infestation nécessite parfois la perte d'un échantillon d'abeilles. Mais il faut voir la colonie comme un "super-organisme" et penser le suivi d'infestation comme une prise de sang pour détecter une anomalie.

III.2.2. Méthode de prélèvement du parasite sur le couvain : Cette méthode consiste à désoperculer les cellules de couvain et compter les varroas présents sur les nymphes et dans l'alvéole. Pour être fiable, le comptage doit se faire sur 300 cellules (ce qui représente une section de cadre), elle se déroule en cinq étapes :

- Sélectionner un cadre de couvain operculé
- À l'aide d'un bistouri, découper un morceau du couvain contenant environ 300 cellules

- Conserver ce morceau dans un bocal en verre ou un sachet de congélation
- Au laboratoire, utiliser une aiguille pour ouvrir les cellules du couvain et extraire les nymphes d'abeilles
- Examiner chaque nymphe et l'intérieur de chaque cellule sous une loupe pour détecter la présence de Varroa (GDS Aura, 2022)

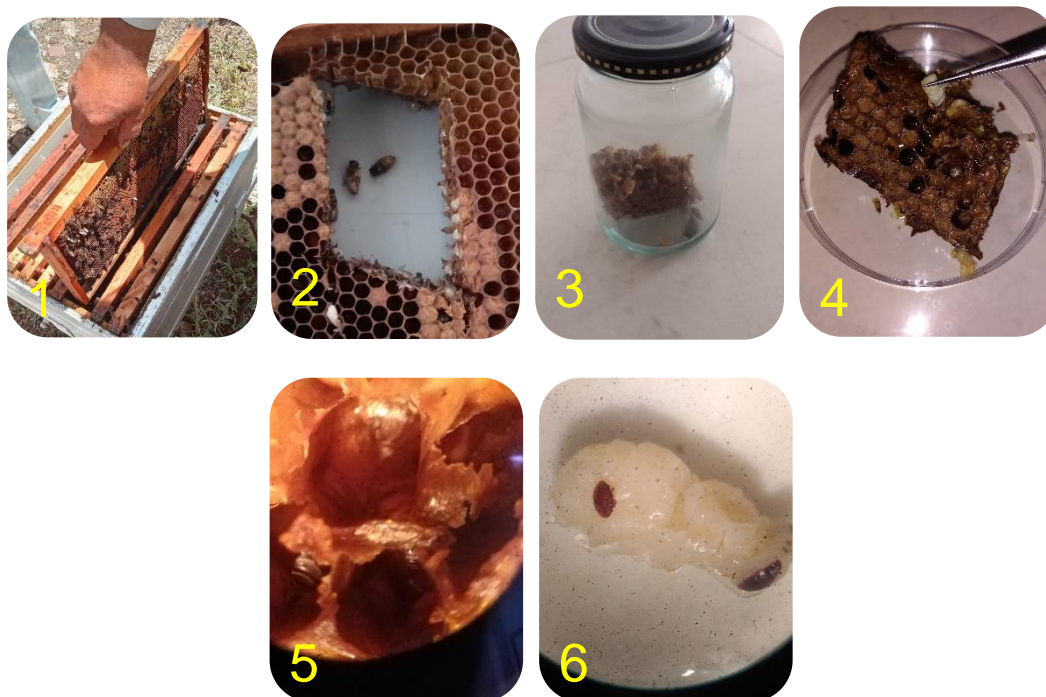


Figure 17 : Etapes du prélèvement du parasite sur le couvain (Photos originales, 2024)

- (1) Sélectionner un cadre de couvain operculé ; (2) Découper un morceau de couvain ;(3) Conserver le morceau dans un bocal ; (4) Extraire les nymphes d'abeilles ; (5,6) Examiner sous une loupe pour détecter les varroas.

III.3. Méthodes d'exploitation des résultats

Elle sera examinée en comptant le nombre d'individus varroa et en estimant le taux d'infestation du couvain ainsi que celui des abeilles adultes.

III.3.1. Taux d'infestation des abeilles adultes (TIA)

On l'obtient en utilisant la formule suivante (Boucher, 2022):

$$\text{TIA (\%)} = \frac{\text{Nombre de varroas phorétiques sur abeilles adultes}}{\text{Nombre d'abeilles prélevées}} * 100$$

III.3.2. Taux d'infestation du couvain (TIC)

Nous calculons le taux d'infestation des abeilles prélevées en utilisant la formule suivante (Boucher, 2022):

$$\text{TIC (\%)} = \frac{\text{Nombre de cellules infestées par le Varroa}}{\text{Nombre de cellules ouvertes}} * 100$$

Chapitre IV
Résultats

Dans cette partie, nous exposerons les résultats relatifs à la mesure du taux d'infestation des abeilles adultes et du couvain operculé parasités par l'acarien *Varroa destructor*.

IV.1. Taux d'infestation des abeilles adultes en fonction de la localisation des ruchers

L'infestation des abeilles adultes par *Varroa destructor*, varie selon la localisation des ruchers. Cette variation est mise en évidence par la mesure du taux d'infestation au niveau des ruchers de Timliht et d'Ath Sidi Yahia situés respectivement à Yakouren et à Azeffoun.

Rucher de Yakouren

Dans cette région montagneuse, le taux d'infestation des abeilles est faible au début du mois d'avril (1,5 %) puis augmente légèrement pour atteindre (8,2 %) à la fin du mois de mai (tab.2). À une altitude de 940 m, la température maximale sur le site de Timliht est de 17°C en avril et de 22°C seulement en mai. Il semble que les conditions climatiques locales et en particulier le facteur thermique s'opposent à une multiplication massive du parasite dans la région de Yakouren.

Rucher d'Azeffoun

À Azeffoun, le rucher d'Ath sidi Yahia présente des taux d'infestation supérieurs à ceux enregistrés à Timliht (Yakouren), Ils passent de (3,35 %) au début du mois d'avril à (15,2 %) vers la fin du mois de mai (tab.2). Ce qui suggère que les conditions environnementales qui caractérisent cette région favorisent une prolifération plus importante du *Varroa destructor* ; en effet, si on considère le facteur température, le rucher d'Ath sidi Yahia qui est situé à 280 m d'altitude bénéficie d'un maximum de 22°C en avril et de 26°C en mai.

Tableau 2 : Taux moyens d'infestation des abeilles adultes (TIA%) dans les ruchers de Yakouren et d'Azeffoun, en fonction du temps.

| TIA% Mois | Rucher de Yakouren | Rucher d'Azeffoun |
|--------------|--------------------|-------------------|
| 01/04/2024 | 1.5 | 3.35 |
| 15/04/2024 | 2.95 | 4.3 |
| 29/04/2024 | 4.35 | 7.85 |
| 13/05/2024 | 5.75 | 11.75 |
| 27/05/2024 | 8.2 | 15.2 |

En résumé, les données obtenues indiquent une prolifération plus rapide du parasite et une infestation plus importante des abeilles du rucher d'Ath sidi Yahia comparées à celles constatées sur le rucher de Timliht (fig.18) ; cette variation est en grande partie liée aux facteurs climatiques, surtout la température.

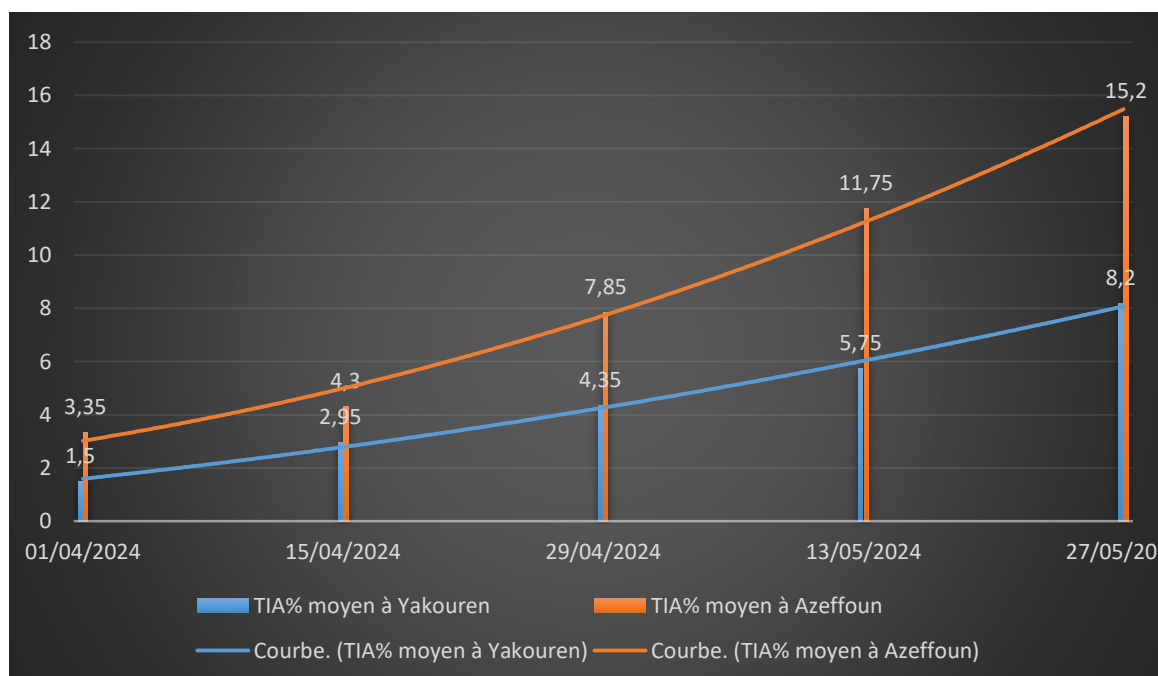


Figure 18 : Taux moyen d'infestation des abeilles adultes dans les ruchers de Yakouren et d'Azeffoun, en fonction du temps.

IV. 2. Taux d'infestation des abeilles adultes (TIA)

Le taux d'infestation par l'ectoparasite *V. destructor* sur les abeilles adultes est évalué en utilisant deux méthodes distinctes. La première consiste à saupoudrer les échantillons d'abeilles avec du sucre glace, tandis que la seconde consiste en un rinçage des abeilles à l'alcool. Ces méthodes sont appliquées au niveau des deux ruchers d'étude, Yakouren (Timliht) et Azeffoun (Ath Sidi Yahia).

Les taux d'infestation obtenus sont présentés ci-dessous. Les résultats détaillés, y compris le nombre de varroas dénombrés, sont disponibles en annexes 1.

IV.2.1. Au niveau du rucher de Yakouren (Timliht)

Les taux d'infestation des abeilles adultes, obtenus par les deux méthodes au cours de cinq prélèvements sur les colonies des deux ruches du rucher de Yakouren (Timliht), sont présentés dans (Tab. 3) ci-dessous.

Tableau 3 : Taux d'infestation des abeilles (TIA) dans le Rucher de Yakouren calculé pour les deux méthodes en %

| Prélèvement | TIA% (Méthode de Sucre glace) | | TIA% moyen des deux ruches | TIA% (Méthode de l'Alcool) | | TIA% moyen des deux ruches |
|--------------------|-------------------------------|------|----------------------------|----------------------------|-----|----------------------------|
| | R1 | R2 | | R1 | R2 | |
| 01/04/2024 | 3 | 2.6 | 2.8 | 0 | 0.3 | 0.2 |
| 15/04/2024 | 5.3 | 4.6 | 5 | 0.7 | 1 | 0.9 |
| 29/04/2024 | 7 | 8 | 7.5 | 0.7 | 1.7 | 1.2 |
| 13/05/2024 | 8.3 | 10.6 | 9.5 | 1.7 | 2.3 | 2 |
| 27/05/2024 | 12 | 15 | 13.5 | 3 | 2.7 | 2.9 |
| TIA% Global | 7.7 | | | 1.5 | | |

Le tableau 3 présente les résultats des taux d'infestation des abeilles par le *Varroa destructor* (TIA%), mesurés à différentes dates aux mois d'avril et mai 2024, en appliquant la méthode du sucre glace (M1) et la méthode de l'alcool (M2). Les prélèvements effectués montrent que les Taux obtenus par la première méthode (M1) augmentent progressivement au fil du temps, passant de 2,8% le 1er avril à 13,5% le 27 mai, avec un TIA% global moyen de 7,7%. En comparaison, les Taux mesurés par la seconde méthode (M2) sont systématiquement plus bas, débutant à 0,2% le 1er avril et atteignant 2,9% seulement le 27 mai, avec un TIA% global moyen de 1,5%. Ces résultats indiquent d'une part, une nette augmentation de l'infestation des ruches par le varroa, sur le site de Yakouren, en fonction du temps, et d'autre part en fonction de la technique de mesure appliquée ; la méthode du sucre glace a révélé des taux d'infestation plus élevés que la méthode de l'alcool (fig. 19).

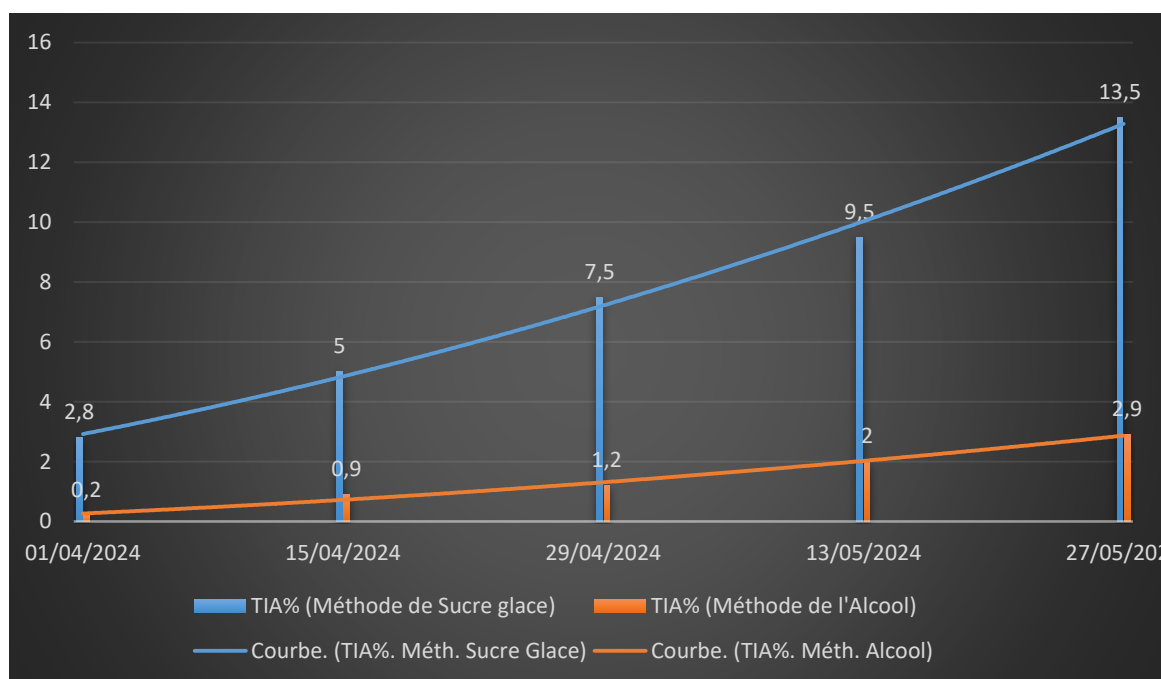


Figure 19 : Taux moyen d'infestation des abeilles du Rucher de Yakouren (Timliht), selon les deux méthodes, en fonction du temps.

Réalisant une analyse de variance : L'analyse de variance (ANOVA) des données permettra de déterminer si les différences observées entre les méthodes de mesure et les périodes de prélèvement sont statistiquement significatives. Pour des résultats précis, nous avons utilisé l'outil de calcul statistique Excel.

Tableau 4 : Analyse de variance.

| Source des variations | Somme des carrés | Degré de liberté | Moyenne des carrés | F | Probabilité (Valeur P) | Valeur critique pour F |
|-------------------------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Lignes (Méthodes de dépistage) | 96,72 | 1 | 96,72 | 20,14 | 0,01 | 7,71 |
| Colonnes (Dates de prélèvements) | 53,33 | 4 | 13,33 | 2,78 | 0,17 | 6,39 |
| Erreur | 19,21 | 4 | 4,80 | | | |
| Total | 169,27 | 9 | | | | |

Interprétation des résultats

- **Variations entre les lignes (entre les méthodes de dépistage)**

La valeur de P est 0,01 ; ce qui est inférieur au seuil de signification couramment utilisé de 0,05. Cela signifie que la différence entre les lignes (R1 et R2) est statistiquement significative.

La valeur de F (20,14) est supérieure à la valeur critique de F (7,71), renforçant l'idée que la différence entre les lignes est significative.

- **Variations entre les colonnes (entre les dates de prélèvement)**

La valeur de P est 0,17 ; ce qui est supérieur à 0,05. Cela signifie que la différence entre les colonnes (prélèvements aux différentes dates) n'est pas statistiquement significative.

La valeur de F (2,78) est inférieure à la valeur critique de F (6,39), ce qui indique également que la différence entre les colonnes n'est pas significative.

Conclusion

Les résultats montrent une différence significative entre les lignes (R1 et R2), indiquant que les méthodes de dépistage diffèrent significativement en termes de taux d'infestation. Par contre, Il

n'y a pas de différence significative entre les colonnes, suggérant que les variations en fonction du temps (dates de prélèvement) ne sont pas statistiquement significatives pour cette analyse.

IV.2.1. Au niveau du rucher d'Azeffoun (Ath Sidi Yahia)

Les colonies du Rucher d'Azeffoun semblent plus affectées par le parasite. Les taux d'infestation obtenus sont présentés dans le tableau 5 ci-dessous :

Tableau 5 : Taux d'infestation des abeilles dans les deux ruches R1, et R2 du Rucher d'Azeffoun (Ath Sidi Yahia), obtenus avec les deux méthodes, en fonction du temps.

| Prélèvement | TIA% (Méthode de Sucre glace) | | TIA% moyen des deux ruches | TIA% (Méthode de l'Alcool) | | TIA% moyen des deux ruches |
|--------------------|-------------------------------|------|----------------------------|----------------------------|-----|----------------------------|
| | R1 | R2 | | R1 | R2 | |
| 01/04/2024 | 5.7 | 7.3 | 6.5 | 0.3 | 0 | 0.2 |
| 15/04/2024 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 1 | 0.7 | 0.9 |
| 29/04/2024 | 13.3 | 14.7 | 14 | 2.3 | 1 | 1.7 |
| 13/05/2024 | 21 | 20.3 | 20.7 | 3.3 | 2.3 | 2.8 |
| 27/05/2024 | 27.7 | 26.3 | 27 | 3.7 | 3 | 3.4 |
| TIA% Global | 15.2 | | | 1.8 | | |

Le tableau présente les résultats des taux d'infestation des abeilles par le *Varroa destructor*, calculés à différentes dates aux mois d'avril et mai 2024, en utilisant la méthode du sucre glace et la méthode de l'alcool.

L'infestation des abeilles mesurée par la méthode du sucre glace est progressive et relativement élevée ; nous avons enregistré des taux allant de 6,5% le 1er avril à 27% le 27 mai. L'infestation globale a atteint une moyenne de 15,2%. En revanche, l'infestation estimée par la méthode de

l'alcool semble beaucoup plus faible, débutant à 0,2% le 1er avril et atteignant 3,4% seulement le 27 mai. Le taux global moyen est inférieur à 2%. Ces résultats indiquent non seulement une augmentation progressive de l'infestation des ruches sur la période étudiée, mais surtout une différence notable entre l'infestation des colonies révélée par la méthode du sucre glace et qui paraît nettement plus élevée par rapport à celle rapportée par la méthode de l'alcool (fig. 20).

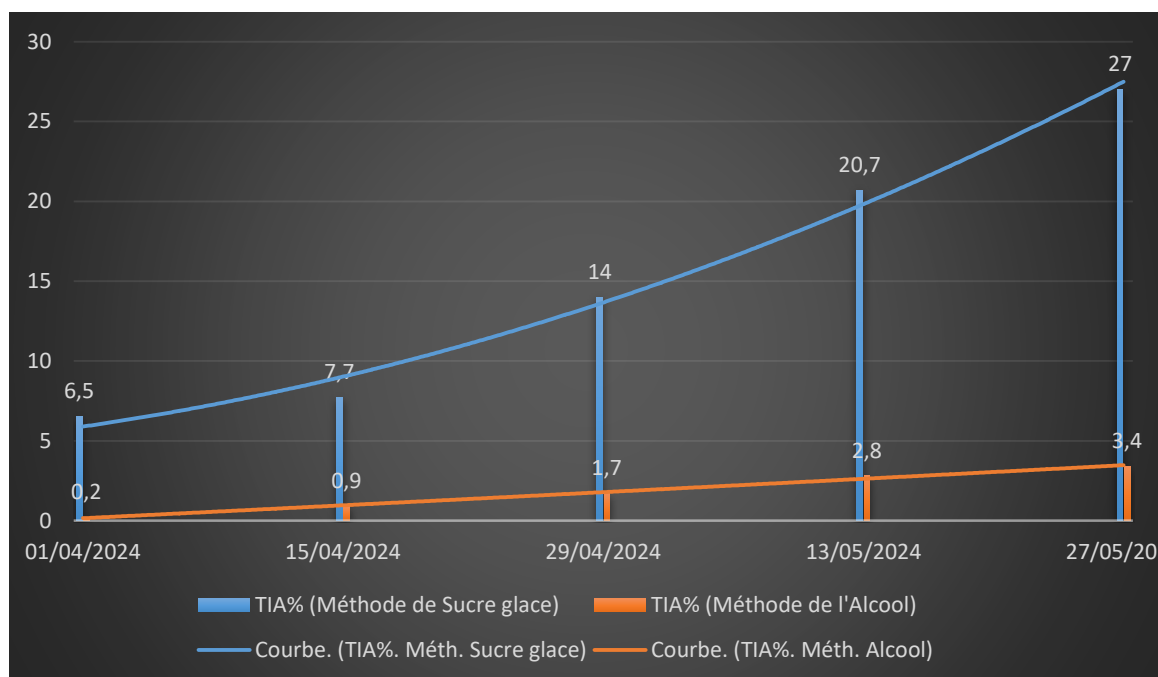


Figure 20 : Taux moyen d'infestation des abeilles du Rucher d'Azeffoun (Ath Sidi Yahia), selon les deux méthodes, en fonction du temps.

Pour vérifier si les variations obtenues sont significatives nous avons réalisé une analyse de variance.

Résultats de l'analyse de variance

Tableau 6 : Analyse de variance.

| Source des variations | Somme des carrés | Degré de liberté | Moyenne des carrés | F | Probabilité (Valeur P) | Valeur critique pour F |
|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Lignes (méthodes de dépistage) | 447,56 | 1 | 447,56 | 16,31 | 0,02 | 7,71 |
| Colonnes (dates) | 200,07 | 4 | 50,019 | 1,82 | 0,29 | 6,39 |
| Erreur | 109,73 | 4 | 27,43 | | | |
| Total | 757,37 | 9 | | | | |

Interprétation des résultats

- **Variations entre les lignes (Méthodes de dépistage)**

L'analyse montre que la valeur F pour les méthodes de dépistage est de 16,31, ce qui est supérieur à la valeur critique de F de 7,71. La valeur P associée est de 0,02 ; ce qui est inférieure à 0,05. Cela indique que la différence entre les méthodes de dépistage est statistiquement significative. En d'autres termes, il y a une différence significative entre les résultats obtenus par les différentes méthodes de dépistage.

- **Variations entre les colonnes (entre les dates de prélèvement)**

L'analyse montre que la valeur F pour les dates de prélèvement est de 1,82, ce qui est inférieur à la valeur critique de F de 6,39. La valeur P associée est de 0,29 ; ce qui est supérieure à 0,05. Cela indique que la différence entre les dates de prélèvement n'est pas statistiquement significative. En d'autres termes, il n'y a pas de différence significative entre les résultats obtenus à différentes dates.

Conclusion

Il y a une différence statistiquement significative entre les méthodes de dépistage ($P < 0,05$). Cela signifie que les résultats varient de manière significative en fonction de la méthode utilisée. Mais il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les dates de prélèvement ($P > 0,05$). Cela signifie que les résultats ne varient pas de manière significative en fonction de la date de prélèvement.

IV.3. Taux d'infestation du couvain (TIC %)

Le suivi des taux d'infestation du couvain operculé est également réalisé au niveau des deux ruchers expérimentaux à savoir Timliht à Yakouren et Ath Sidi Yahia à Azeffoun en période printanière. Le suivi consiste à compter le nombre de varroas prélevés dans les cellules operculées. Les valeurs du dénombrement sont reportées en annexes 2.

Concernant le niveau d'infestation du couvain par l'ectoparasite phorétique *V. destructor*, les données enregistrées sont consignées au niveau du tableau 7 ci-dessous :

Tableau 7 : Taux d'infestation du couvain (TIC%) dans les deux ruchers, en fonction du temps.

| Prélèvement | TIC% (Rucher de Yakouren) | | TIC% moyen des 2 ruches | TIC% (Rucher d'Azeffoun) | | TIC% moyen des 2 ruches |
|------------------------|------------------------------|------|-------------------------------|-----------------------------|------|-------------------------------|
| | R1 | R2 | | R1 | R2 | |
| 01/04/2024 | 5.7 | 5 | 5.4 | 10 | 14.7 | 12.4 |
| 15/04/2024 | 10 | 9.7 | 9.9 | 15 | 20 | 17.5 |
| 29/04/2024 | 14.3 | 16 | 15.2 | 27.7 | 28.3 | 28 |
| 13/05/2024 | 17.7 | 15 | 16.4 | 40.7 | 39.3 | 40 |
| 27/05/2024 | 24.7 | 29.3 | 27 | 53.7 | 56.7 | 55.2 |
| TIC% Global | 14.8 | | | 30.6 | | |

Il ressort des données obtenues et consignées dans le tableau 7 que l'infestation du couvain d'abeilles par *Varroa destructor* est remarquable et augmente progressivement en fonction du temps et cela pour les deux ruchers de l'étude. En effet, au niveau du rucher de Yakouren, le taux d'infestation moyen passe de 5,4% le 1er avril à 27% le 27 mai ; et un taux global moyen de 14,8%. Il en est de même pour le rucher d'Azeffoun où la varroase s'est exprimée par des taux d'infestation passant de 12,4% au début du mois d'avril et atteignant 55,2% vers la fin du mois de mai ; le taux d'infestation moyen enregistré durant la période d'échantillonnage est estimé à 30,6%. Ces résultats indiquent une infestation plus rapide et plus importante dans le rucher d'Azeffoun par rapport à celui de Yakouren sur la période étudiée (fig. 21).

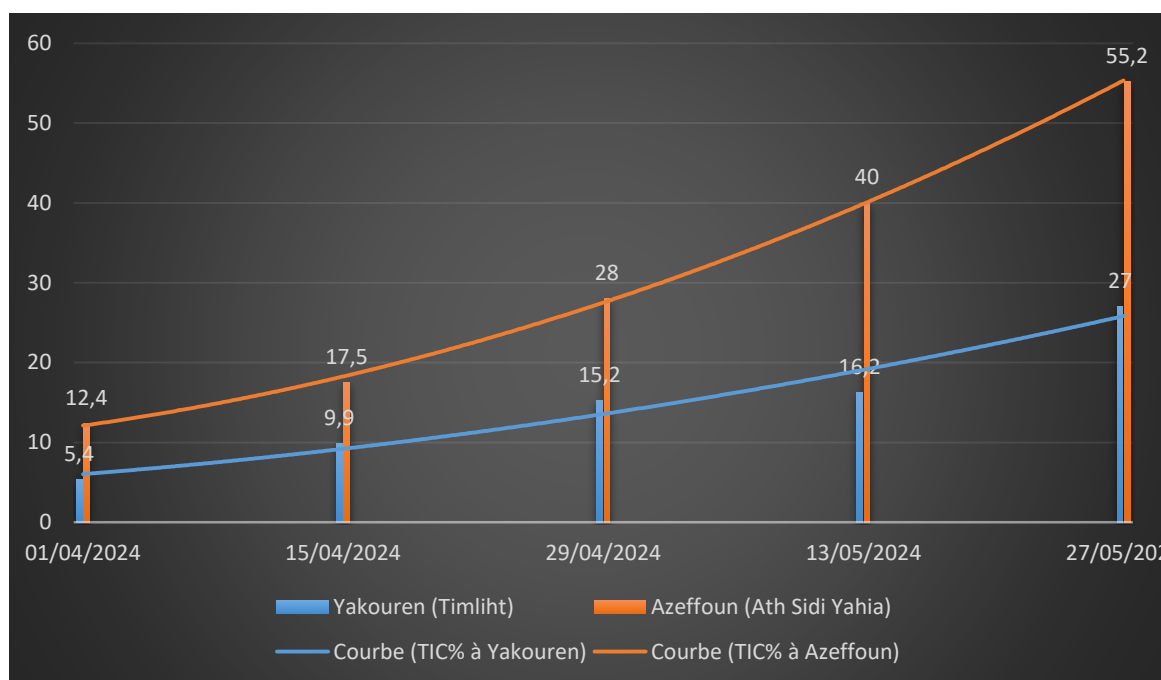


Figure 21 : Taux moyen d’infestation du couvain des ruchers de Yakouren (Timliht) et d’Azeffoun (Ath Sidi Yahia), en fonction du temps.

Pour vérifier si les variations obtenues sont significatives nous avons réalisé une analyse de variance

Résultats de l’analyse de variance

Tableau 8 : Analyse de variance.

| Source des variations | Somme des carrés | Degré de liberté | Moyenne des carrés | F | Probabilité | Valeur critique pour F |
|-----------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Lignes (régions) | 627,26 | 1 | 627,26 | 13,63 | 0,02 | 7,71 |
| Colonnes (dates) | 1282,92 | 4 | 320,73 | 6,97 | 0,04 | 6,39 |
| Erreur | 184,14 | 4 | 46,03 | | | |
| Total | 2094,32 | 9 | | | | |

Interprétation des résultats

Pour les lignes (régions), la valeur F est 13,63, qui est supérieure à la valeur critique de 7,71. La probabilité associée (valeur P) est 0,02, qui est inférieure à 0,05. Il existe donc une différence significative entre les régions en termes de TIC% ($P < 0,05$). Les variations observées entre les régions ne sont pas dues au hasard.

Pour les colonnes (dates de prélèvement), la valeur F est 6,97 ; qui est également supérieure à la valeur critique de 6,39. La probabilité associée (valeur P) est 0,04 ; ce qui est inférieure à 0,05. Il existe une différence significative entre les différentes dates en termes de TIC% ($P < 0,05$).

Conclusion

L'analyse de variance montre que les différences entre la localisation des ruchers et les périodes d'échantillonnage sont statistiquement significatives. Cela signifie que ces deux variables ont un impact significatif sur les taux d'infestation du couvain d'abeilles et qui sont à leur tour étroitement liées aux conditions environnementales.

Chapitre V
Discussion

IV.1. Taux d'infestation des abeilles adultes (TIA)

Le taux d'infestation des abeilles adultes par le varroa varie selon plusieurs facteurs, notamment la localisation géographique du rucher et les méthodes de dépistage appliquées.

Dans cette expérimentation, à une altitude de 940 mètres, le rucher de Yakouren (Timliht) présente le niveau d'infestation le plus bas. En revanche, celui situé à 280 mètres d'altitude, à Azeffoun (Ath Sidi Yahia) montre une infestation plus élevée. D'après Habbi Cherifi et al., (2019), le climat et la phénologie sont deux facteurs qui peuvent contrôler la dynamique des populations de varroa. D'après cet auteur, les ruchers situés à 200 mètres d'altitude, dans le village d'Azib Ahmed indiquent une pression parasitaire plus importante, comparés aux ruchers situés à 400m d'altitude dans la région de Sid Ali Bounab.

Au Brésil, Une tolérance de l'hôte au varroa est soutenue par des études comparatives entre des abeilles africanisées et européennes introduites dans le pays ; elles révèlent clairement une influence de la race des abeilles, l'abeille européenne carniolienne (*Apis mellifera carnica*) est deux fois plus infestée que l'abeille africanisée (Rosenkranz, 1999). Il est également rapporté que dans certains pays, comme l'Algérie et le Maroc, les abeilles parviennent à cohabiter avec les acariens du genre *Varroa* (Habbi Cherifi et al., 2019), cette différence pourrait être liée au comportement hygiénique spécifique de l'abeille africanisée qui est beaucoup plus développé que celui de l'abeille européenne (Rosenkranz, 1999). Selon Habbi Cherifi et al., (2019), le comportement de toilettage pourrait même influencer le niveau d'infestation des abeilles vis-à-vis du varroa.

La variabilité des taux d'infestations dépend également de la sensibilité de la méthode de dépistage. Dans les deux ruchers examinés, la méthode utilisant le sucre glace a permis de diagnostiquer efficacement l'état parasitaire des colonies. A cet effet, la majorité des apiculteurs utilisent cette méthode, elle offre l'avantage de ne pas causer de mortalité des abeilles, qui sont remises dans la ruche à la fin du test, et fournit un aperçu direct de l'infestation. Pour Dumas, (2017) l'efficacité de cette technique atteint 92%. Par ailleurs, nos résultats concordent avec ceux de Hamdi et Kecili (2019) quant à la non satisfaction du procédé d'extraction du varroa par immersion des abeilles dans la solution d'alcool ; il ne permet pas le détachement total du parasite et de plus entraîne la mortalité des abeilles. La même constatation est faite par l'apiculteur de nos ruchers expérimentaux (comm. pers.).

IV.2. Taux d'infestation du couvain (TIC)

Les couvains que nous avons suivis, dans les ruchers, de Timliht, et de Ath Sidi Yahia implantés respectivement à 940 m et 280 m d'altitude, montrent une variabilité de l'infestation parasitaire. Les conditions spécifiques de chaque région, le climat et la période d'échantillonnage sont en majeure partie à l'origine de cette fluctuation.

Selon Fries et al., (1994), dans les régions à climat tempéré le développement maximal du varroa s'observe en juillet et août ; la décroissance de sa population est hivernale. Dans les régions tropicales, la douceur des températures permettent la production continue du couvain, donc une reproduction permanente du varroa. Pour Fnosad, (2021) il faut envisager une interruption du couvain si on souhaite agir efficacement contre le varroa. Nous avons déduit à travers nos résultats que l'infestation est plus rapide et plus élevée dans le rucher de Ath Sidi Yahia comparativement à celui de Timliht au cours de la période examinée ; en raison des températures clémentes dans la région d'Azeffoun, l'activité du couvain se maintient toute l'année, favorisant ainsi une reproduction continue du parasite et par conséquent une infestation plus marquée de la colonie. Ces dernières années, le réchauffement climatique a engendré un prolongement de la période du couvain, qui a naturellement entraîné une augmentation du taux d'infestation par l'acarien *Varroa destructor* (Bruneau 2015). Cet auteur attribue également le cycle de vie du parasite et l'infestation du couvain aux caractéristiques internes de chaque colonie qui à leur tour sont en relation directe avec la phénologie saisonnière de la végétation. En période de floraison, entre mars et mai, les colonies se développent, développant ainsi le couvain, ce qui augmente l'infestation parasitaire ; et pour Fnosad (2021) plus la période couvain est longue plus le nombre de parasites s'accroît ; et diminue parallèlement à la diminution de la taille de la colonie et à la quantité de couvain.

Conclusion

L'objectif principal de cette étude vise à évaluer le niveau d'infestation de l'abeille domestique *Apis mellifera intermissa* et de son couvain par l'ectoparasite *Varroa destructor* en réalisant une perspective régionale entre Yakouren et Azeffoun. Nous avons examiné la présence du varroa phorétique sur les échantillons d'abeilles adultes et dans les cellules de couvain operculé au sein de deux ruchers à Timliht et Ath Sidi Yahia, lors de cinq sorties effectuées à la fin de la saison printanière.

Nos observations montrent que le développement du parasite varie d'un rucher à l'autre, et que la pression parasitaire du couvain est plus élevée à la fin du printemps, période de forte activité des abeilles, favorisant ainsi la multiplication du parasite. Une forte infestation du couvain est un signe indicateur de l'infestation future des colonies.

Nous avons évalué le taux d'infestation des abeilles dans les deux ruchers en utilisant trois méthodes de dépistage. La méthode du sucre glace, économique, facile à utiliser, et non perturbante pour la colonie, a réussi à déloger presque tous les varroas phorétiques, révélant ainsi rapidement et de manière statistiquement fiable la pression parasitaire au sein des colonies. Cette méthode sera sans doute utile aux apiculteurs soucieux de maintenir un bon état sanitaire de leurs ruchers. La deuxième méthode est le lavage à l'alcool des abeilles ; son efficacité est moindre et elle nécessite le sacrifice de l'échantillon d'abeilles prélevées. La troisième méthode est la désoperculation du couvain, qui est surtout utilisée pour observer la présence de varroas de manière globale. Toutefois elle ne vise pas à donner un résultat très précis. Elle est également assez destructrice et chronophage.

En conclusion, la varroase est une maladie parasitaire majeure de l'abeille qui nécessite une surveillance et un traitement régulier de la part des apiculteurs pour préserver la santé de leurs colonies. Les taux d'infestation des abeilles adultes varient d'un rucher à l'autre, selon l'altitude de la région, et donc selon les différences climatiques, mais aussi selon la technique de dépistage adoptée.

Pour améliorer la gestion de la varroase, et protéger les populations d'abeilles et assurer la durabilité de l'apiculture, il serait bénéfique d'explorer et de développer des techniques de lutte biologique ou physique contre le *Varroa destructor*, comme l'utilisation de prédateurs, des agents pathogènes spécifiques ou des technologies innovantes telles que le traitement thermique. En outre, un regard s'impose sur la qualité et l'efficacité des acaricides actuellement utilisés et sur leur impact à long terme sur l'environnement et la santé des abeilles.

La lutte contre le *Varroa destructor* reste un défi pour l'apiculture moderne. Malgré les avancées significatives des méthodes de traitement, la résilience de ce parasite et son impact dévastateur sur les colonies d'abeilles nécessitent une approche multifacette et continue. La recherche des techniques innovantes et écologiques, la sélection génétique d'abeilles résistantes et le développement de stratégies de gestion intégrée sont essentiels pour maintenir des colonies en bonne santé. En parallèle, la sensibilisation et la formation des apiculteurs sur les meilleures pratiques de lutte contre le varroa sont primordiales pour assurer la pérennité de l'apiculture et la protection de l'environnement.

Références

1. **Adjlane N. & Wafdi M. & Haddad N., 2018** - *Développement de l'acarien Varroa destructor Anderson & Trueman dans les colonies d'abeilles locales Apis mellifera intermissa Buttel-Ruepen dans la zone semi-aride de l'Algérie. Agriculture. Vol. 09(1) : pp 81-88.*
2. **Avelin C., 2021** - *Bilan de campagne miel-2020.* Ed. Agrimer, France, 58p.
3. **Berkani M.L., 2007** - *Etudes des paramètres du développement de l'apiculture algérienne.* Thèse de doctorat, Ecole nationale supérieure agronomique d'Alger, 270p.
4. **Biri M., 1989** - *Le grand livre des abeilles : Cours d'apiculture moderne.* Ed. de Vecchi, Paris, 260p.
5. **Boucher S., 2021** - *Maladies des abeilles.* 2^{ème} édition: Ed. France agricole, 310p.
6. **Boucher S., 2022** - *Paroles d'apiculteur : Le dépistage de l'infestation Varroa.* Veto-Pharma, France, 20p.
7. **Bruneau E., 2015** - *L'essentiel du programme européen miel Varroase, un autre regard.* Ed. /CARI/1348 Louvain-la-Neuve, 24p.
8. **Bruneau E. 2018** - *Pratiques apicoles et climat :* Ed. /CARI/1348 Louvain-la-Neuve, 5p.
9. **Cournoyer A., 2022** - *Varroa destructor chez l'abeille domestique Apis mellifera : impact sur l'hémolymph et les infections secondaires, Mémoire de Maitrise en sciences vétérinaire option pathologie, Université de Montréal, 191p.*
10. **Denis R., 2013** - *La bible de l'apiculteur.* Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 412p.
11. **Ellis James D., Zettel Nalen C. M., 2010** - « *Varroa Mite, Varroa destructor Anderson and Trueman (Arachnida : Acari : Varroidae) :* IFAS Extension. Université de Florida. pp : 1-8.
12. **Habbi-cherifi A., 2019** - *Dynamics of the population Varroa destructor at the Level of Local Bee Colonies Apis mellifera intermissa in the North Central of Algeria. Mellifera. Vol. 19(2) : pp 33-42.*
13. **Hacene F., 2016** - *Détermination épi génétique chez les abeilles (Apis mellifera intermissa).* Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 19p.
14. **Hamdi L., Kecili K., 2019** - *Contribution à la connaissance du degré d'infestation de l'abeille domestique Apis mellifera intermissa (Hymenoptera: Apoidea) par Varroa destructor (Mesostigmata: Varroidae) dans trois ruchers à Yakouren.* Mémoire de master, Université Mouloud Mammeri, 87p.
15. **Layens G. & Bonnier G., 1897** - *Cours complet d'Apiculture.* Ed. Paul Dupont, Paris, 450p.
16. **Libis E., 1992** - *L'Apiculture pour tous.* Ed. Flammarion, Paris, 176p.

17. **Nestor F., Coineau Y., 2007** - *Maladies, Parasites, et autres ennemis de l'abeille mellifère*. Ed. Atlantica, Paris, 298p.
18. **Paterson P. D., 2006** - *L'apiculture*. Presses agronomiques de Gembloux. 163p.
19. **Rasoloarijao T.M., 2018** - *Ecologie de l'abeille, Apis mellifera unicolor Latreille, sans les écosystèmes forestiers naturels de Ranomafana (Madagascar) et Mare Longue (Réunion) : Etude du comportement du butinage et de l'utilisation des ressources florales par approche méllisopalynologique*. Thèse de doctorat, Université de la réunion et Université d'Antananarivo, 302p.
20. **Ravazzi G., 2003** - *Abeilles et apiculture* : Eds de Vecchi, Paris, 19p.
21. **Riva C., 2017** - *Application de la démarche de drug-design pour la conception de nouveaux médicaments vétérinaires contre le parasite Varroa destructor (Acari : Varroidae)*. Thèse de doctorat, Université de Caen Normandie, 197p.
22. **Rosenkranz P., 1999** - *Honey bee (Apis mellifera L.) tolerance to Varroa jacobsoni Oud. in South America. Apidologie. Vol. 30(2-3) : pp 159-172.*
23. **Tautz J., 2009** - *L'Etonnante abeille*. 1ère édition. Ed. Boeckhne, 10p.
24. **Warring A. & Warring C., 2014** - *Abeilles : Tous s'avoir sur l'élevage*. Ed. Artémis, Paris, 28p.

Webographie

1. <https://www.futura-sciences.com/planete/nature/biodiversite/abeille/>
2. https://www.ikonet.com/fr/ledictionnairevisuel/regne-animal/insectes-et-arachnides/abeille/morphologie-de-abeille-ouvriere.php#google_vignette
3. <https://ialo.fr/abeille-qui-es-tu/>
4. https://www.frgds-occitanie.fr/IMG/pdf/comptage_au_sucre_glace
5. [https://www.gdsfrance.org/Fiche_technique/pdf/Biologie_de_Varroa_destructor : le cycle.](https://www.gdsfrance.org/Fiche_technique/pdf/Biologie_de_Varroa_destructor:_le_cycle)
6. [https://www.varroa.be/pdf/La varroase traitée par les vétérinaires: symptômes.](https://www.varroa.be/pdf/La_varroase_traitée_par_les_vétérinaires:symptômes)
7. [https://www.frgdsaura.fr/assets/uploads/pdf/Varroa_guide_france_2020.](https://www.frgdsaura.fr/assets/uploads/pdf/Varroa_guide_france_2020)
8. <https://www.laminutrit.fr/le-role-des-abeilles-dans-notre-environnement/>
9. <https://www.fert.fr/apiculture-professionnalisation-algerie/>
10. <https://beekeepingtrove.com/the-future-of-beekeeping-innovations-and-challenges-facing-the-industry/>
11. https://www.frgdsaura.fr/assets/uploads/varroa_guide_france_2020.pdf Méthode de prélèvement du parasite sur le couvain.

Annexes

Nombre de Varroas trouvés avec la méthode de sucre glace :

Yakouren

| | Ruche n° 1 | Ruche n°2 |
|------------|------------|-----------|
| 01/04/2024 | 9 | 8 |
| 15/04/2024 | 16 | 14 |
| 29/04/2024 | 21 | 24 |
| 13/05/2024 | 25 | 32 |
| 27/05/2024 | 36 | 45 |

Azeffoun

| | Ruche n° 1 | Ruche n°2 |
|------------|------------|-----------|
| 01/04/2024 | 17 | 22 |
| 15/04/2024 | 23 | 23 |
| 29/04/2024 | 40 | 44 |
| 13/05/2024 | 63 | 61 |
| 27/05/2024 | 83 | 79 |

Nombre de Varroas trouvés avec la méthode de l'alcool :

Yakouren

| | Ruche n° 1 | Ruche n°2 |
|------------|------------|-----------|
| 01/04/2024 | 0 | 1 |
| 15/04/2024 | 2 | 3 |
| 29/04/2024 | 2 | 5 |
| 13/05/2024 | 5 | 7 |
| 27/05/2024 | 9 | 8 |

Azeffoun

| | Ruche n° 1 | Ruche n°2 |
|------------|------------|-----------|
| 01/04/2024 | 1 | 0 |
| 15/04/2024 | 3 | 2 |
| 29/04/2024 | 7 | 3 |
| 13/05/2024 | 10 | 7 |
| 27/05/2024 | 11 | 9 |

Taux d'infestation global à Yakouren (Timliht) avec les deux méthodes :

| Prélèvement | TIA% (Méthode de Sucre glace) | | | TIA% (Méthode de l'Alcool) | | |
|--------------------|-------------------------------|------|-------------------------------------|----------------------------|-----|-------------------------------------|
| | R1 | R2 | TIA% moyen des deux ruches | R1 | R2 | TIA% moyen des deux ruches |
| 01/04/2024 | 3 | 2.6 | 2.8 | 0 | 0.3 | 0.2 |
| 15/04/2024 | 5.3 | 4.6 | 5 | 0.7 | 1 | 0.9 |
| 29/04/2024 | 7 | 8 | 7.5 | 0.7 | 1.7 | 1.2 |
| 13/05/2024 | 8.3 | 10.6 | 9.5 | 1.7 | 2.3 | 2 |
| 27/05/2024 | 12 | 15 | 13.5 | 3 | 2.7 | 2.9 |
| TIA% Global | 7.7 | | | 1.5 | | |

Taux d'infestation global à Azeffoun (Ath Sidi Yahia) avec les deux méthodes :

| Prélèvement | TIA% (Méthode de Sucre glace) | | TIA% moyen des deux ruches | TIA% (Méthode de l'Alcool) | | TIA% moyen des deux ruches |
|--------------------|-------------------------------|------|-------------------------------------|----------------------------|-----|-------------------------------------|
| | R1 | R2 | | R1 | R2 | |
| 01/04/2024 | 5.7 | 7.3 | 6.5 | 0.3 | 0 | 0.2 |
| 15/04/2024 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 1 | 0.7 | 0.9 |
| 29/04/2024 | 13.3 | 14.7 | 14 | 2.3 | 1 | 1.7 |
| 13/05/2024 | 21 | 20.3 | 20.7 | 3.3 | 2.3 | 2.8 |
| 27/05/2024 | 27.7 | 26.3 | 27 | 3.7 | 3 | 3.4 |
| TIA% Global | 15.2 | | | 1.8 | | |

Nombre de Varroas trouvés dans le couvain :

Yakouren

| | Ruche n° 1 | Ruche n°2 |
|------------|------------|-----------|
| 01/04/2024 | 17 | 15 |
| 15/04/2024 | 30 | 29 |
| 29/04/2024 | 43 | 48 |
| 13/05/2024 | 53 | 45 |
| 27/05/2024 | 74 | 88 |

Azeffoun

| | Ruche n° 1 | Ruche n°2 |
|------------|------------|-----------|
| 01/04/2024 | 30 | 44 |
| 15/04/2024 | 45 | 60 |
| 29/04/2024 | 83 | 85 |
| 13/05/2024 | 122 | 118 |
| 27/05/2024 | 161 | 170 |

Taux d'infestation global du couvain dans les deux régions :

| Prélèvement | TIC% (Rucher de Yakouren) | | TIC% moyen des deux ruches | TIC% (Rucher d'Azeffoun) | | TIC% moyen des deux ruches |
|--------------------|---------------------------|------|----------------------------|--------------------------|------|----------------------------|
| | R1 | R2 | | R1 | R2 | |
| 01/04/2024 | 5.7 | 5 | 5.4 | 10 | 14.7 | 12.4 |
| 15/04/2024 | 10 | 9.7 | 9.9 | 15 | 20 | 17.5 |
| 29/04/2024 | 14.3 | 16 | 15.2 | 27.7 | 28.3 | 28 |
| 13/05/2024 | 17.7 | 15 | 16.4 | 40.7 | 39.3 | 40 |
| 27/05/2024 | 24.7 | 29.3 | 27 | 53.7 | 56.7 | 55.2 |
| TIC% Global | 14.8 | | | 30.6 | | |

Résumé

Résumé

La varroase chez les abeilles est un problème majeur qui impacte la santé des colonies et la production de miel. Cette parasitose est l'un des principaux facteurs de stress non seulement pour les abeilles, mais aussi pour l'apiculteur suite aux pertes occasionnées. Vu l'importance des abeilles dans l'écosystème et vu les dommages causés par cette parasitose, ce travail se penche sur les techniques de dépistage du parasite *Varroa destructor* et sur l'état d'infestation des colonies de l'abeille domestique *Apis mellifera* en fonction de la localisation des ruchers dans la région de Tizi Ouzou et précisément sur les sites de Yakouren et d'Azeffoun.

Le suivi de la dynamique d'infestation des colonies par le varroa durant la période printanière (avril - mai) a révélé une double variation du taux d'infestation, liée d'une part au procédé de recherche du parasite et d'autre part aux conditions environnementales inhérentes aux régions d'étude.

Mots clés: *Varroa destructor*, *Apis mellifera*, infestation, Yakouren, Azeffoun.

Abstract

Varroosis in bees is a major problem that affects the health of colonies and honey production. This parasitic disease is one of the main stress factors not only for bees but also for beekeepers due to the losses it causes. Given the importance of bees in the ecosystem and the damage caused by this parasitic infestation, this study focuses on the techniques for detecting the *Varroa destructor* parasite and the infestation status of domestic honeybee colonies (*Apis mellifera*) based on the location of beehives in the Tizi Ouzou region, specifically in the Yakouren and Azeffoun areas.

Monitoring the infestation dynamics of colonies by varroa during the spring period (April - May) revealed a dual variation in infestation rates, influenced both by the detection method used and by the environmental conditions inherent to the study regions.

Keywords: *Varroa destructor*, *Apis mellifera*, infestation, Yakouren, Azeffoun.