

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2024

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV                      Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Biodiversité et environnement

Présenté par :

*OUAKLI Fatima Zohra & MOUDJAHED Meriem*

*Thème*

**Prévalence de la nosémosse et de l'acariose dans les colonies  
*d'abeilles Apis mellifera intermissa (Hymenoptera: Apidae)***

Soutenu le: 08 /07/2024

Devant le jury composé de :

*Nom et Prénom*

*Grade*

*Mr. ABERKANE Boubekour*

*MCA*

*Univ. de Bouira*

*Président*

*Mme. CHERIFI Assia*

*MCB*

*Univ. de Bouira*

*Promotrice*

*Mme. IDEER Djamilia*

*MCB*

*Univ. de Bouira*

*Examinatrice*

**Année Universitaire : 2023/2024**

# *Remerciements*

*Tout d'abord, nous remercions **Allah**, le Tout-Puissant, pour nous avoir donné la force, la patience et les ressources nécessaires pour mener à bien ce projet de fin d'études.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce projet.*

*Je remercie tout particulièrement ma promotrice, **CHERIFI Assia**, pour sa guidance inestimable, ses conseils précieux et son soutien constant tout au long de ce projet.*

*Je souhaite également adresser mes sincères remerciements aux membres du jury spécialement monsieur le président **ABERKANE Boubekour** et madame Examinatrice **IDEER Djamilia**, pour leur temps, leur expertise et leurs précieux commentaires.*

*Nos remerciements vont à tous nos enseignants de la spécialité Biodiversité et environnement.*

*Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, contribué à la réalisation de ce projet, que ce soit par leur soutien, leurs conseils ou leur aide logistique. Votre contribution a été inestimable et nous vous en sommes profondément reconnaissants.*

## *Dédicace*

*À ma chère maman et à mon cher papa, vos sacrifices, votre amour inconditionnel et votre soutien indéfectible ont été les piliers sur lesquels j'ai bâti mon parcours. Chaque jour, vous m'avez inspirée par votre dévouement et votre résilience. Ce projet n'aurait pas été possible sans vos encouragements constants et votre foi en mes capacités. Je vous dédie ce travail avec une immense gratitude et un amour infini.*

*À mes frères et sœurs qui ont toujours été à mes côtés, me soutenant avec leur amour et leur compréhension.. Vous êtes ma force et ma motivation.*

*À mes amies de toujours, spécialement **Amina moudjahed***

*À ma binôme de projet, **Fatima** merci pour ta collaboration, ton travail acharné et ta camaraderie.*

*Enfin, à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet, je vous exprime ma plus profonde gratitude. Votre aide, vos conseils et vos encouragements ont été essentiels pour mener à bien ce travail.*

***Meriem***

## *Dédicace*

*Tout d'abord, nous remercions Dieu, « tout puissant », de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir*

*Accomplir ce travail.*

*À ma mère, ma grande mère, et à mon père, mon grand-père,  
pour leur amour inconditionnel, leur sagesse et leurs conseils précieux. Vous  
êtes mes piliers et ma force.*

*À mes frères pour leur soutien indéfectible et leur présence réconfortante.*

*À mon binôme Meriem, pour son soutien moral, sa patience infinie et  
sa compréhension tout au long de ce projet. Ta compagnie a été inestimable.*

*À mes oncles et mes tantes, ainsi qu'à toutes leurs familles, pour leur amour  
et leur soutien constant.*

*À toutes les personnes qui m'aiment et qui m'ont soutenu tout au*

*Long de ce parcours, vous avez contribué à mon succès.*

*À toute personne qui s'intéresse à la recherche et à la science.*

***Fatima***

# Sommaire

**Remerciements**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Introduction**..... 01

## **Chapitre I : Généralités sur les abeilles**

1.1. Aperçu sur l'apiculture. .... 05

1.2. Répartition géographique d'*Apis mellifera*..... 05

1.3. Position Systématique des abeilles..... 07

1.4. Anatomie de l'abeille ..... 08

1.4.1. Morphologie externe ..... 08

1.4.1.1. Tête ..... 08

1.4.1.2. Thorax ..... 09

1.4.1.3. Abdomen ..... 09

1.4.2. Anatomie interne ..... 09

1.4.2.1. Système nerveux ..... 09

1.4.2.2. Glandes ..... 10

1.4.2.3. Système digestif ..... 11

1.4.2.4. Appareil circulatoire ..... 12

1.4.2.5. Appareil génital ..... 13

1.5. Castes d'abeilles ..... 13

1.6. Reproduction et le Cycle de vie des abeilles *Apis mellifera* ..... 14

1.7. Alimentation des abeilles domestiques ..... 15

1.7.1. Le miel ..... 15

1.7.2. L'eau ..... 15

1.7.3. Pollen .....	15
---------------------	----

## **Chapitre II : Maladies des abeilles**

2.1. Facteurs déclenchant les maladies.....	17
2.1.1. Facteurs climatiques.....	17
2.1.2. Modification des paysages .....	17
2.1.3. Pratiques apicoles.....	17
2.1.4. Pratiques agricoles .....	17
2.1.5. Agents pathogènes.....	17
2.2. Nosemose .....	19
2.2.1. Historique de la maladie .....	19
2.2.2. Cycle parasitaire de la nosémose .....	19
2.2.3. Transmission de la maladie.....	20
2.2.4. Symptômes .....	20
2.2.5. Prévention et traitement .....	21
2.3. L'acariose .....	21
2.3.1. Le cycle de vie .....	22
2.3.2. Traitement .....	23

## **Chapitre III : Matériel &Méthodes**

3.1. Présentation des zones d'échantillonnage.....	25
3.2. Emplacement du rucher .....	25
3.3. Facteurs climatiques .....	27
3.3.1. Précipitations.....	27
3.3.2. Températures .....	28
3.3.3. Synthèse climatique .....	28
3.3.3.1. Le diagramme ombrothermique .....	29
3.3.4. Climagramme d'Emberger .....	30
3.4. Matériel et Méthode.....	31
3.4.1. Matériel.....	31

3.4.1.1. Matériel de prélèvement des échantillons sur le terrain .....	31
3.4.1.2. Matériel utilisé au laboratoire.....	31
3.4.2. Méthodes.....	32
3.4.2.1. Échantillonnage des abeilles.....	32
3.4.2.2. Méthodes d'étude de la nosérose.....	33

## **Chapitre IV : Résultats et discussions**

4.1. Analyses des résultats de nosema .....	38
4.1.1. Les résultats de l'analyse qualitative .....	38
4.1.2. Résultats de l'analyse quantitative.....	39
4.1.2.1. Taux d'infestation des abeilles échantillonnées .....	40
4.2. Analyses des résultats de l'étude de l'acariose .....	41
4.3. Discussion .....	42
4.3.1. L'étude de la nosérose.....	42
4.3.2. L'étude de l'acariose.....	44
<b>Conclusions</b> .....	46

### **Référence bibliothèques**

### **Résumés**

## *Liste des abréviations*

**M** : température maximale moyenne

**m** : température minimale moyenne

**N. apis** : *Nosema apis*

**N. ceranae** : *Nosema ceranae*

**N** : Nosema

**PAMs** : Peptides antimicrobiens

**PCR** : Technique de biologie moléculaire

**PD** : Pharmacodynamique

## *Liste des figures*

<b>Figure 01:</b> La répartition <i>Apis mellifera</i> dans le monde .....	<b>06</b>
<b>Figure 02 :</b> <i>Apis mellifera intermissa</i> et <i>Apis mellifera sahariensis</i> .....	<b>07</b>
<b>Figure 03:</b> La morphologie externe de l'abeille .....	<b>08</b>
<b>Figure 04 :</b> La tête des abeilles .....	<b>08</b>
<b>Figure 05 :</b> Système digestif .....	<b>12</b>
<b>Figure 06 :</b> Le Système circulaire .....	<b>12</b>
<b>Figure 07 :</b> Les différentes castes d'abeilles domestiques .....	<b>14</b>
<b>Figure 08 :</b> le cycle de développement des différentes castes d'abeille.....	<b>15</b>
<b>Figure 09 :</b> Spores de <i>Nosema ceranae</i> (A) et de <i>Nosema apis</i> (B) en microscopie optique	<b>19</b>
<b>Figure 10 :</b> <i>Acarapis woodi</i> .....	<b>22</b>
<b>Figure 11:</b> Le cycle de vie de l'acariose .....	<b>22</b>
<b>Figure 12:</b> Situation géographique des différentes zones d'études .....	<b>25</b>
<b>Figure 13:</b> Emplacement du rucher .....	<b>27</b>
<b>Figure 14:</b> Précipitations des différentes régions d'études .....	<b>27</b>
<b>Figure 15:</b> Température des différentes régions d'études .....	<b>28</b>
<b>Figure 16:</b> Diagramme ombrothermique des différentes régions d'échantillonnage .....	<b>29</b>
<b>Figure 17:</b> Climatogramme d'Emberger des stations d'étude .....	<b>30</b>
<b>Figure 18:</b> Prélèvement des échantillons .....	<b>34</b>
<b>Figure 19:</b> Les étapes de la méthode qualitative .....	<b>35</b>
<b>Figure 20:</b> Les étapes de la méthode quantitative .....	<b>36</b>
<b>Figure 21:</b> Les thorax des abeilles coupés .....	<b>36</b>
<b>Figure 22:</b> Observation microscopique des spores <i>N. Spp</i> sous microscope photonique .....	<b>39</b>

<b>Figure 23:</b> Taux d'infestation des abeilles échantillonnées .....	<b>40</b>
<b>Figure 24:</b> Observation microscopique des spore N. Spp sur cellule malasseze .....	<b>40</b>

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau 1</b> : les différentes glandes exocrines de l'abeille domestique .....	<b>10</b>
<b>Tableau 2</b> : Les principaux agents pathogènes de l'abeille .....	<b>18</b>
<b>Tableau 3</b> : Les caractéristiques des rucher d'études. ....	<b>26</b>
<b>Tableau 4</b> : Effectif des abeilles collectées dans différentes régions.....	<b>33</b>
<b>Tableau 5</b> : Les résultats des tests de Nosema dans les différents ruchers d'étude. ....	<b>38</b>
<b>Tableau 6</b> : Dénombrement des spores d'abeilles dans les ruchers infestés .....	<b>39</b>
<b>Tableau 7</b> : Résultats de test d'acariens dans différentes ruchers .....	<b>41</b>

# *Introduction*

### **Introduction générale**

Les abeilles domestiques de l'espèce *Apis mellifera Linnaeus 1758* vivent en colonie dont la structure sociale est constituée de dizaines de milliers d'individus qui interagissent entre eux. La santé de chaque individu, influence fortement le développement et la dynamique de la colonie dans son ensemble (Garance, 2014).

Les abeilles domestiques sont intéressantes sur le plan économique, agronomique, et écologique. En effet, elles sont élevées pour exploiter et se bénéficier de ses différents produits à savoir la gelée royale, la cire...etc. En outre, les abeilles participent à la pollinisation des différentes plantes lorsqu'elles survolent d'une fleur à une fleur pour récolter le nectar et le pollen. Elles contribuent, ainsi, à accroître la quantité et la qualité de la production agricole, et au maintien de la biodiversité végétale (chahbar & hamadi ,2020).

Cependant, tout comme tout être vivant, les abeilles sont confrontées à l'attaque des bactéries, virus et parasites. Elles sont également compromises à des risques environnementaux, tels que les produits chimiques utilisés contre les ravageurs et les plantes indésirables. Ces substances peuvent avoir un impact négatif sur la santé des abeilles, surtout lorsqu'elles sont déjà porteuses d'agents pathogènes. D'ailleurs, des mortalités importantes des abeilles sont enregistrées, ces dernières années, dans de nombreuses régions du monde **(OUAHAB, 2016)**.

En Algérie, ces disparitions sont dues principalement aux certaines pathologies dont cinq maladies sont à déclaration obligatoire selon le décret exécutif n° 95-66 du 22 février 1995. Il s'agit de : la varroase, les loques américaines et européennes, la nosérose et l'acariose (Adjlane, 2012). Certains travaux se sont intéressés à l'étude de la varroase, maladies parasitaire due à un acarien *Varroa destructor* (Belaid et Doumandji, 2010; Loucif Ayad et al., 2010, Adjlane, 2013, Cherifi-Habbi et al., 2019). Peu d'études ont évalué la prévalence de la loque (Adjlane, 2012 ; Adjlane et al.,2016, Adjlane et Haddad, 2021) et de la nosérose (Adjlane et Haddad, 2016). Alors que sur l'acariose, rares sont les travaux qui ont étudiés cette maladie à part (à notre connaissance) ceux de Adjlane et al., 2018).

L'objectif de notre travail est de déterminer la prévalence de la nosérose ainsi que de l'acariose dans plusieurs ruchers du pays (Alger, Béjaia, Boumerdes, Laghouat, Tizi-Ouzou et Tlemcen). La nosérose est une pathologie fongique parasitaire due à une micro sporidie du genre *Nosema*, qui se développe dans le tube digestif de toutes les castes de la colonie.

La propagation de cette maladie, dans ou entre les ruches se fait grâce au développement des spores et la contamination provoque des diarrhées aiguës ce que entraîne l'affaiblissement voir même la mortalité des abeilles (Roger, 2015). Pour l'acariose, c'est une maladie qui ne présente pas des signes aussi particuliers et elle n'est pas trop connue par nos apiculteurs. Elle est provoquée par un acarien microscopique *Acarapis woodi* qui parasite les voies respiratoires des abeilles.

# *Partie I*

## *Synthèse bibliographique*

# *Chapitre I*

## *Généralités sur les abeilles*

### 1.1. Aperçu sur l'apiculture

L'apiculture est une activité pratiquée dans le monde entier. Elle est pratiquée soit par dans des ruches traditionnelles ou modernes. Dans plusieurs régions d'Afrique, l'élevage des abeilles joue un rôle important dans l'économie rurale en se basant uniquement sur la collecte du miel sauvage qui dépend de l'abondance de la flore naturelle.

L'apiculture urbaine s'est développée ces dernières années, dans plusieurs pays, bien que la production de masse reste plus favorable en milieu rural (Tararbit, 2023).

Toutefois, c'est en Asie, Amérique et en Europe que se trouvent les plus grands pays producteurs du miel. En effet, la Chine figure parmi les plus grands exportateurs mondiaux aux côtés de l'Argentine et du Mexique (Berkani, 2007). L'Espagne et la France assurent ensemble plus de 50% de la production européenne (Behidj, 2012).

L'apiculture en Algérie est une activité traditionnelle en pleine expansion, jouant un rôle crucial dans l'économie rurale et la biodiversité. Pratiquée depuis des siècles, elle utilise souvent des méthodes artisanales avec des ruches en argile ou en bois, appelées "tabounas". (Tararbit, 2023). Cependant, ces dernières années, l'état a instauré une politique pour le développement de la filière apicole en offrant des subventions et des aides pour l'achat du matériel apicole moderne accompagné par des séances de formation et de sensibilisation (Djedjiga, 2016).

### 1.2. Répartition géographique d'*Apis mellifera*

*Apis mellifera* est originaire d'Afrique et s'est propagée vers l'ouest en Europe et vers l'est en Asie. Elle a été également introduite en Amérique, en Australie et dans d'autres régions du monde. On dénombre 28 sous-espèces d'*Apis mellifera*, réparties en 5 grands groupes génétiques : le groupe africain (lignée A), le groupe de l'Europe de Nord-Est (lignée C), les races de la groupe d'Europe de l'Ouest ou méditerranéen (lignée M), le groupe du Moyen-Orient et d'Asie centrale (lignée O), et le groupe Yéménite (lignée Y) (Fig1) (Chahbar, 2020).

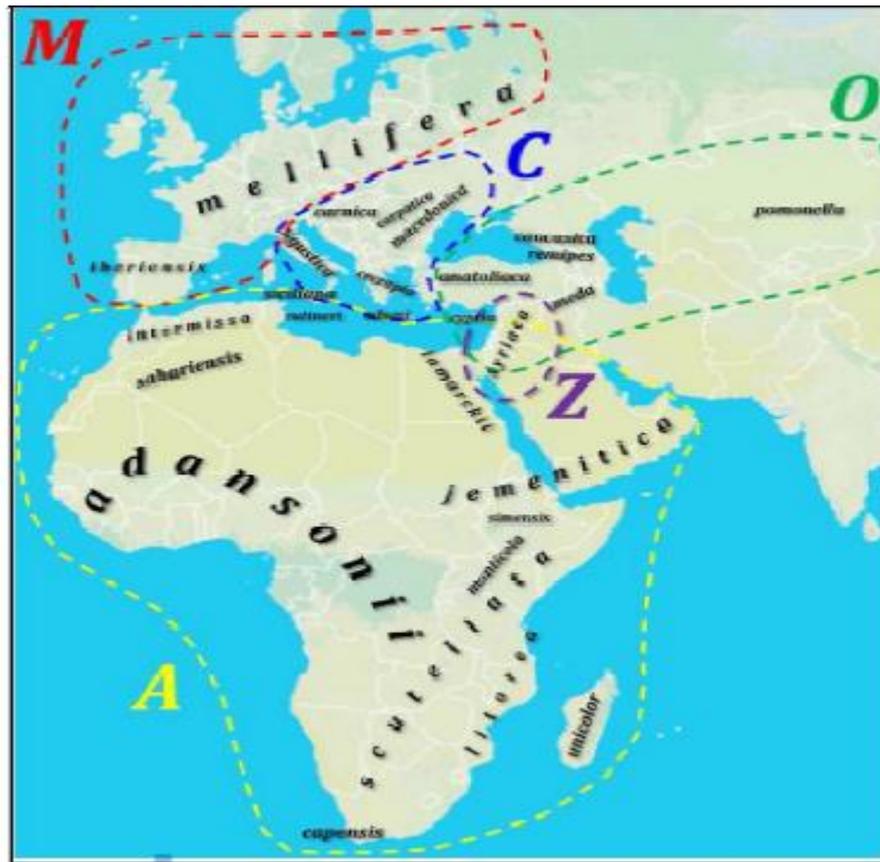


Figure 01 : Répartition des sous espèces d'*Apis mellifera* dans le monde (Techer, 2015)

En Algérie, on trouve deux sous-espèces ; celles d'*A. mellifera intermissa* et d'*A. mellifera sahariensis* (Fig.02) (Chahbar , 2020) :

- *A. m. sahariensis* est de petite taille, de couleur jaune et peu agressive. Elle résiste aux conditions difficiles de chaleur et de sècheresse du milieu. Son aire de répartition s'étend dans le Sud marocain et dans tout le territoire Sud-Ouest Algérien
- *A. m. intermissa* : appelée aussi l'abeille tellienne ou encore l'abeille noire (Ruttner et al., 1978). Elle se rencontre au Maroc, en Tunisie et en Algérie.



**Figure 02 :** *Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis* (chahbar,N , 2020) .

### 1.3. Position Systématique des abeilles

Les abeilles font partie de l'ordre des Hyménoptères et de la famille des Apidae. Au sein de cette famille, on distingue les abeilles solitaires, parasites et sociales. Parmi cette dernière figure l'abeille domestique *Apis mellifera* dont la position systématique est la suivante (Wendling , 2012):

- **Règne :** Animal
- **Embranchement :** Arthropodes
- **Classe :** Insectes
- **Ordre :** Hyménoptères
- **Sous-ordre:** Apocrites
- **Super- famille:** Apoïdés
- **Famille:** Apidés
- **Sous-famille:** Apinae
- **Tribu :** Apinés
- **Genre :** *Apis*
- **Espèce:** *Apis mellifera* L.
- **Sous –espèces :** *Mellifera* ,*Caranica* , *intermissa*, *sahariensis*, ....

### 1.4. Anatomie de l'abeille

#### 1.4.1. Morphologie externe

Comme tous les insectes, le corps de l'abeille domestique comporte une tête, un thorax et un abdomen (Fig.03) (Peter ,2010).

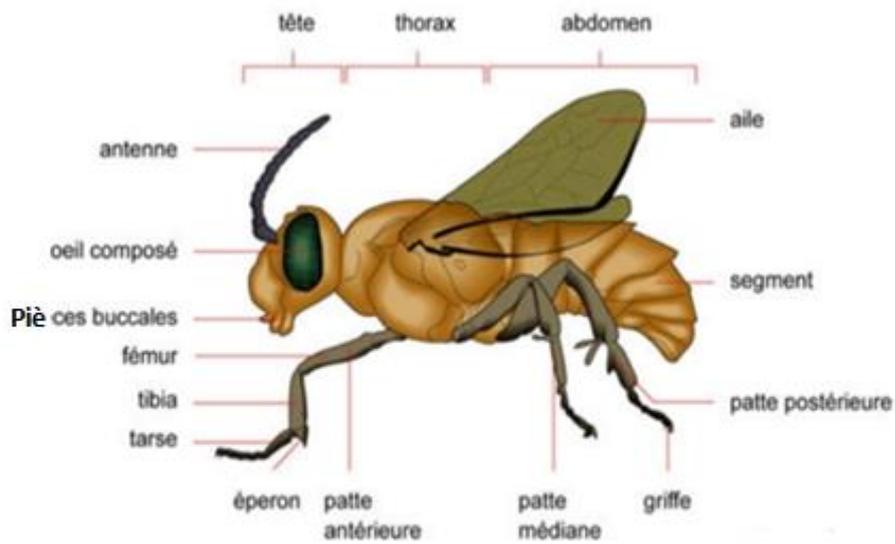


Figure 03 : Morphologie externe de l'abeille (Peter, 2010).

#### 1.4.1.1. Tête

La tête de l'abeille est ovale chez la reine, arrondie chez le mâle et triangulaire chez l'ouvrière autogène (Bendjedid, 2010). Elle porte les organes des sens (antennes, ocelles, yeux composés) et les pièces buccales (Fig.04) (Gilles, 2010).

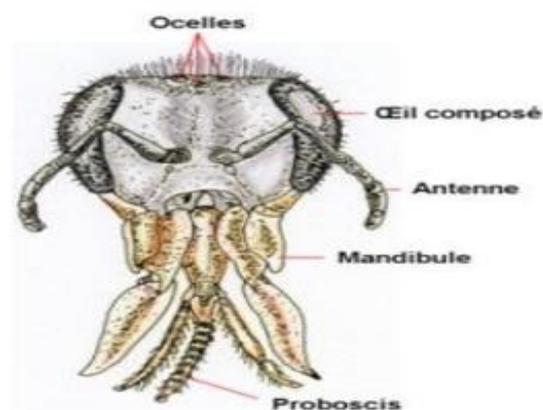


Figure 04: la tête des abeilles (Sylvie, 2020).

**1.4.1.2. Thorax**

Le thorax de l'abeille se compose de trois segments soudés entre eux. Chaque segment porte une paire de pattes. Alors que, le deuxième et les troisièmes segments comportent chacun, une paire d'ailes translucides et parcourues par des veines (Jutta et Inga, 2014).

**1.4.1.3. Abdomen**

L'abdomen des abeilles est composé de sept segments chez les mâles et huit chez les femelles. Le premier segment forme le pétiole (la partie très étroite qui sépare le thorax de l'abdomen) alors que le dernier segment chez les femelles porte un dard (Winston, 1993).

**1.4.2. Anatomie interne****1.4.2.1. Système nerveux**

Chez l'abeille, Le cerveau représente le système nerveux central, qui se prolonge par la chaîne ganglionnaire ventrale. Ainsi, Les yeux, les mâchoires, les antennes, l'intestin, le cœur, les stigmates et les trachées sont innervés (Jean, 2000).

**1.4.2.2. Glandes**

Les glandes des abeilles jouent un rôle crucial dans la régulation du fonctionnement de la colonie. Les différentes glandes sont représentées dans le tableau 01.

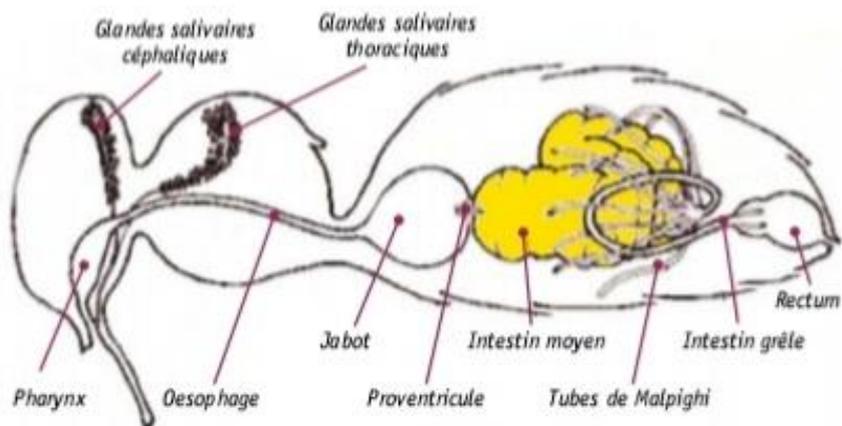
**Tableau 01:** Différentes glandes exocrines de l'abeille domestique (Adam, 2010).

<b>Glandes</b>	<b>Localisation</b>
<b>Glandes mandibulaires</b>	Mandibules
<b>Glandes nourricières ou hypopharyngiennes</b>	Tête
<b>Glandes salivaires ou labiales</b>	Tête et thorax, le long de l'oesophage
<b>Glandes tarsales ou d'Anhardt</b>	Dernier article du tarse
<b>Glandes rectales</b>	Rectum
<b>Glande de Nassanov</b>	Plaques Dorsales
<b>Glandes épidermiques</b>	Sixième tergite abdominal
<b>Glande de Koshzvnikov ou glande de la chambre de l'aiguillon</b>	Appareil vulnérant
<b>Glande à venin ou Acide</b>	Appareil vulnérant
<b>Glande alcaline</b>	Appareil vulnérant
<b>Glandes sexuelles ou génitales</b>	Appareil Génital

### **1.4.2.3. Système digestif**

L'appareil digestif débute à partir de la bouche, s'enchaîne par l'oesophage, l'intestin antérieur, l'intestin moyen et l'intestin postérieur. Le système digestif inclut également le système excréteur, qui est représenté par les tubes de Malpighi (Adam ,2010).

- l'intestin antérieur est composé :
  - du pharynx, qui assure la pompe des aliments,
  - de l'œsophage qui se prolonge du thorax et du pédoncule vers l'abdomen,
  - et du jabot où sont conservés les aliments sucrés (nectar)
- l'intestin moyen contient le ventricule (le siège de l'absorption des nutriments), l'iléon (intestin grêle) et le rectum qui se termine par l'anus (Fig. 05) (Régis, 2020).



**Figure 05** : Système digestif (Ernould, 2019).

#### 1.4.2.4. Appareil circulatoire

Le système circulatoire de l'abeille domestique possède à la fois un système vasculaire et un système lacunaire (Fig.06) (Aymé, 2014).

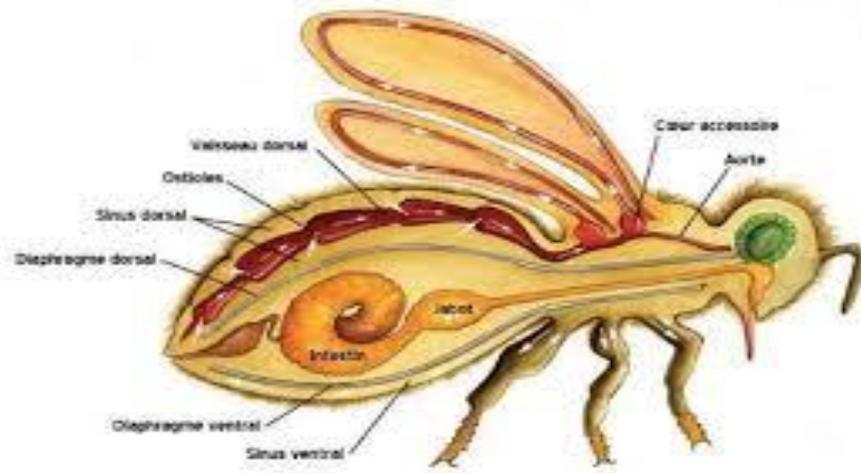


Figure 06 : le Système circulaire (Adam, 2010).

#### 1.4.2.5. Appareil génital

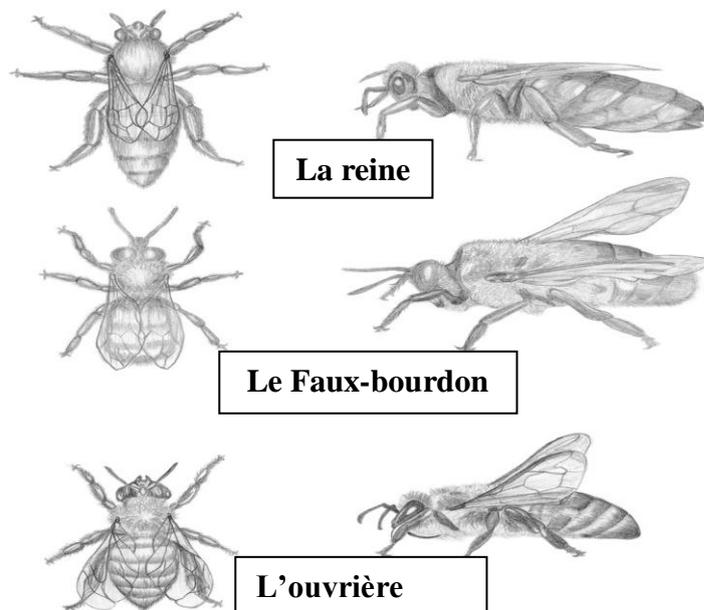
L'appareil génital de la reine diffère de celui des ouvrières et des faux-bourçons (mâles) (Kairo, 2016).

- **Chez la reine :** l'appareil génital est composé de :
  - **Ovaires:** très développés et produisent des milliers d'œufs.
  - **Oviducts:** Les œufs passent par les oviductes avant d'atteindre le réceptacle séminal.
  - **Réceptacle séminal:** Un organe où le sperme des faux-bourçons est stocké après l'accouplement. La reine peut contrôler la fertilisation des œufs.
  - **Glissement vaginal:** Le conduit par lequel les œufs sont pondus.
- **Chez les ouvrières :** l'appareil génital est atrophié et renferme :
  - **Ovaires:** sont atrophiés et ne produisent généralement pas d'œufs.
  - **Glissement vaginal:** Similaire à celui de la reine, mais rarement utilisé pour la ponte.
- **Chez les faux-bourçons (mâles)**
  - **Testicules:** qui produisent le sperme.
  - **Spermatheca:** Non présent chez les mâles. Les mâles transfèrent le sperme directement à la reine lors de l'accouplement.
  - **Édificule copulatoire:** Utilisé pour transférer le sperme à la reine lors de l'accouplement.

### 1.5. Castes d'abeilles

La colonie d'abeilles est composée de trois castes différentes : une seule reine, des ouvrières et les faux-bourçons (Fig. 07).

- **La reine** : C'est l'unique femelle fertile (Peter, 2010). Elle se caractérise par un abdomen bien plus développé (Biri, 2010). Elle est nourrie exclusivement de gelée royale (le conte, 2005) et a une espérance de vie d'environ 5 ans (Fluri, 1994 in Bouzeraa, 2021).
- **Les ouvrières** : elles sont les plus nombreuses, leur nombre peut atteindre jusqu'à 60 000 au printemps. Ces femelles assurent toutes les tâches de la colonie à l'exception de la reproduction. Juste après leur naissance, elles se chargent de nettoyer l'alvéole et la ruche, puis elles deviennent nourrices. Avancées dans l'âge, elles se chargent de bâtir de la cire, stocker les aliments, protéger la colonie et enfin elles deviennent butineuses. Les ouvrières ont une espérance de vie de quelques mois (Dechaume, 2020).
- **Les faux-bourçons** : ils sont peu nombreux. Leur fonction principale est la fécondation de la reine mais ils peuvent participer à la ventilation de la colonie. Les mâles possèdent des yeux plus développés, qui vont leur servir à repérer la reine à féconder. Les faux-bourçons sont issus des œufs non fécondés (Adam, 2010).



**Figure 07:** les différentes castes d'abeilles domestiques (Peter, 2021).

1.6. Reproduction et le Cycle de vie des abeilles *Apis mellifera*

Pendant le vol nuptial, la reine est fécondée par plusieurs faux-bourdon. Cinq jours après, elle commence ces œufs dans les cellules de cire, où chaque cellule contient un œuf (Laszlo, 1980).

Trois jours après la ponte, la larve éclot, puis se transforme en nymphe après cinq jours qui va se développer en adulte (Fig. 08) (Von Frisch ,2011).

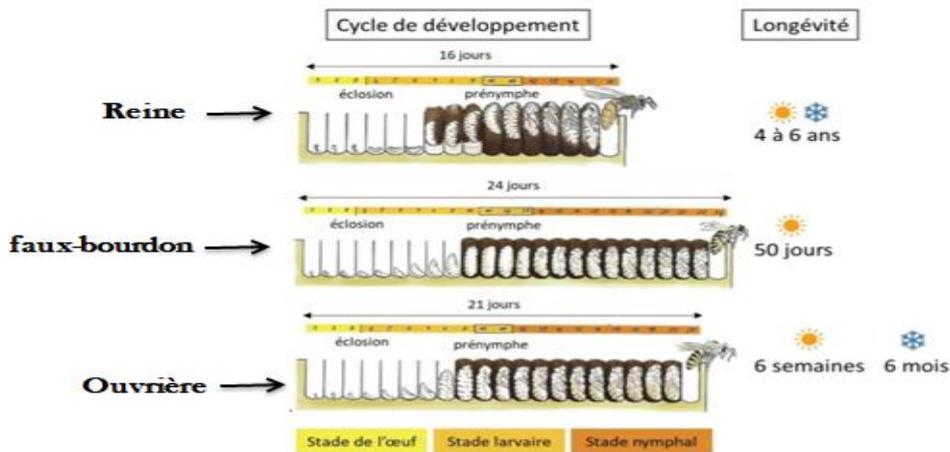


Figure 08 : le cycle de développement des déferant caste d’abeille (Camille ,2021).

1.7. Alimentation des abeilles domestiques

Les abeilles s’alimentent de 4 grandes catégories de ressources (Benjamin, 2021) :

1.7.1. Le miel

Le miel est le résultat de la transformation du nectar récolté par les abeilles ouvrières sur les fleurs butinées (Biri , 2010). Une partie de ce miel est consommé et le reste est stocké dans les alvéoles pour une éventuelle utilisation (Peter, 2006).

1.7.2. L’eau

L’eau est importante dans l'alimentation d'une abeille (Adam ,2010). Elle est surtout utilisée pour la nourriture des larves qui en contient 66% (Etienne,2006) . L'abeille utilise également de l'eau pour réguler la température de la colonie (Adam, 2010) .

**1.7.3. Pollen**

Les grains de pollen sont récoltés par les butineuses qu'ils ramènent à la colonie sous forme de pelotes déposées dans leur pattes (Erlor et Moritz, 2016). Le pollen est riche en divers matériaux essentiels tels que des protéines, glucides, lipides, vitamines, flore bactérienne, levures, et oligo-éléments (KHEDIDJI, 2023)

***Chapitre II***  
***Maladies des abeilles***

**2.1. Facteurs déclenchant les maladies**

Ces dernières années, le cheptel apicole déplore des mortalités importantes des abeilles qui sont dues à plusieurs facteurs :

**2.1.1. Facteurs climatiques**

Les basses températures, les longues périodes de pluies ou de vents violents influent directement sur le couvain et sur les abeilles adultes (Dustmann et Von Der Ohe, 1988).

**2.1.2. Modification des paysages**

L'extension des monocultures, la diminution de la diversité végétale et la pollution peuvent avoir influencé sur la qualité du pollen, essentiel au développement du couvain et à la santé de la colonie (Sommerville, 2001).

**2.1.3. Pratiques apicoles**

La conduite des ruches (poutrissement, transhumances,...etc.), l'entretien du matériel apicole sont des mesures importantes à respecter pour la prévention des maladies

**2.1.4. Pratiques agricoles**

Les abeilles sont sensibles aux pesticides utilisés sur les cultures ou dans les ruches (Vidal-Naquet, 2012). Ces différentes molécules chimiques provoquent des perturbations au niveau des systèmes nerveux, respiratoires et digestifs. Elles agissent également la croissance des individus (Ramirez-Romero *et al.*, 2008).

**2.1.5. Agents pathogènes**

Plusieurs agents pathogènes sont à l'origine de plusieurs maladies et perturbations de la colonie (Tab.02).

**Tableau 02** : Les principaux agents pathogènes de l'abeille (Chiron et Hattenberger, 2009).

Agent pathogène	Maladie ou nom commun	Nature de l'agent	Signes cliniques
<b>PRÉDATEURS</b>			
<i>Vespa velutina</i>	Frelon asiatique	Insecte Hyménoptère	Vol stationnaire des frelons devant la colonie
<i>Aethina tumida</i>	Petit coléoptère de la ruche	Insecte Coléoptère	Galeries dans les rayons, destruction du couvain, excréments dans le miel
<i>Galleria mellonella</i> et <i>Achroea grisella</i>	Fausse-teignes	Insecte Lépidoptère	Altération des ruches et des cadres, galeries dans les rayons, rayons tapissés d'une toile blanche.
<b>PARASITES</b>			
<i>Varroa destructor</i>	Varroase	Acarien Mésostigmaté	Abeilles traînantes, abeilles aux ailes atrophiées, colonies affaiblies
<i>Tropilaelaps clareae</i>	<i>Tropilaelaps clareae</i>	Acarien	Abeilles rampantes, malformations des ailes, des pattes et de l'abdomen. Couvain irrégulier
<i>Braula caeca</i>	Pou d'abeille	Diptère	Ectoparasites présents en priorité sur le thorax de la reine.
<i>Malpighamoeba mellificae</i>	Amibiase	Protozoaire	Abeilles incapables de voler, abdomen gonflé, diarrhée, taches fécales jaunâtres et rondes sur la planche d'envol, couvain clairsemé.
<b>CHAMPIGNONS</b>			
<i>Ascospaera apis</i>	Ascosphérose (couvain plâtré)	Champignon Ascomycète	Larves d'abeilles mortes, momifiées et desséchées, recouvertes d'un mycélium blanc, et/ou de corps fructifères noirs. Momies déposées au trou de vol
<i>Aspergillus flavus</i>	Aspergillose (couvain pétrifié)	Champignon Ascomycète	Agitation des abeilles, filaments jaune verdâtre sortant par les orifices naturels de l'abeille morte, couvain clairsemé.

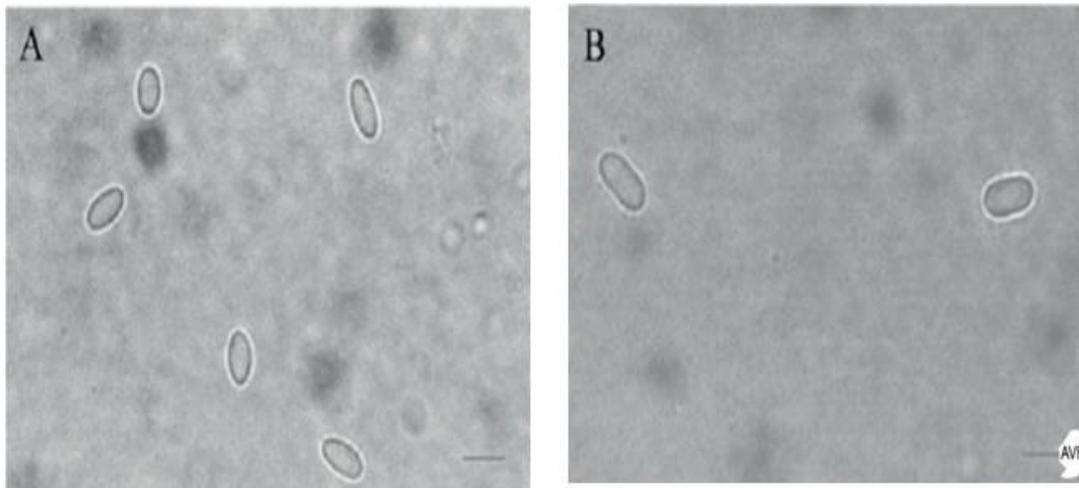
## 2.2. Nosemose

La nosémosse est une maladie affectant le tube digestif des trois castes des abeilles à l'âge adulte. Elle est due à deux champignons microscopiques *Nosema apis* et *Nosema ceranae* (Rangel *et al.*, 2015).

### 2.2.1. Historique de la maladie

La nosémosse est l'une des premières maladies des abeilles décrites. L'agent causal *Nosema apis* a été décrit en 1909 par le professeur Enoch Zander mais le terme « nosémosse » donnée à cette pathologie n'a été connue qu'à partir de 1914 (Roy et L'hostis, 2017). (Higes *et al.* 2006 ; Boucher, 2016).

En 1996, un autre microsporide, *Nosema ceranae* a été décrite en Europe et qui est à l'origine un endoparasite de l'espèce asiatique *Apis cerana* (Higes *et al.* 2006). Malgré que les spores de *N.cerana* semblent plus petites que celles de *N.apis*, la différenciation entre ces deux espèces nécessite l'utilisation de la PCR (technique de biologie moléculaire (Fig.09) (Fries *et al.* 1996).



**Figure 09** : Spores de *Nosema ceranae* (A) et de *Nosema apis* (B) en microscopie optique (barre = 5  $\mu$ m).

### 2.2.2. Cycle parasitaire de la nosémosse

La spore *Nosema sp* est de forme ovale avec 4,4  $\mu$ m à 6.4  $\mu$ m de taille (Netor et Yves, 2007). Une fois ingérée par l'abeille, la germination commence dans le ventricule. Au cours de son cycle de développement, le champignon de *Nosema sp.*, passe par deux stades (formes).

- la forme végétative qui présente des spores avec une paroi mince, produites 36 heures après l'infection . Ces spores germent et se reproduisent rapidement à l'intérieur de la cellule épithéliale. C'est sous cette forme que la maladie est transmise (Mackowiak, 2009).

-la forme de résistance à paroi plus épaisse qui continue sa maturation à l'intérieur des cellules du ventricule de l'hôte (Aufauvre, 2013).

La quantité de spores présente dans les cellules du ventricule peut atteindre 30 à 50 millions, alors que dans le rectum , le nombre dépasse 200 millions de spores (Nostor et Yves, 2007) .

### **2.2.3. Transmission de la maladie**

La contamination par *Nosema spp* est causée par l'ingestion des spores par l'abeille adulte. L'infection est généralement observée chez les butineuses lors de la miellée (Sokół et Michalczyk, 2016).

Les spores du genre *Nosema* se multiplient et se propagent dans la cellule épithéliale de l'intestin. Les contractions de l'intestin provoquent l'éclatement de la cellule, ce qui libère son contenu dans la lumière de l'intestin moyen. Les spores peuvent alors germer et infecter de nouvelles cellules ou être libérées et dispersées avec les fèces dans l'environnement (Higes *et al.*, 2010)

La dispersion de *Nosema spp.* entre les individus de la même ruche, se fait par la prise directe d'aliments (pollen, sirop, eau, nectar), ou par trophallaxie ou encore par les contaminés (Higes *et al.*, 2009).

La propagation de la maladie entre les ruches peut s'effectuer par le pillage, la dérive des abeilles ou pratiquement par l'apiculteur lui-même qui utilise du matériel déjà contaminé.

Les spores de forme résistante, sont capables de survivre de 5 à 6 semaines dans les cadavres d'abeilles, plus d'un an dans les fèces et de 2 à 4 mois dans le miel.

### **2.2.4. Symptômes**

Le parasite *Nosema spp.* cause une paralysie partielle des pattes et des ailes. L'abeille tourne sur elle-même sans arriver à s'envoler. Avec un intestin et un ventricule gonflés refoulés en avant de l'abdomen (Faucon, 1992) ce que provoque leur destruction et entraîne l'apparition de symptômes de diarrhée et de constipation (OIE, 2008 a) . La diminution de la

capacité du jabot. Les glandes hypopharyngiennes régressent, leur fonction est altérée en premier lieu. Puis, les glandes cessent de fonctionner (FAUCON, 1992).

Au niveau des colonies, les principaux symptômes observés sont les suivants :

- Un affaiblissement et effondrement ;
- Les abeilles mourantes regroupées;
- Tâches de diarrhée de couleur jaune à brune partout dans la ruche ;

Les symptômes de la nosébose sont observés, le plus souvent, en fin d'hiver et au printemps.

### **2.2.5. Prévention et traitement**

Le meilleur traitement contre la nosébose est la prévention , L'apiculteur doit garder ses colonies fortes et saines avec des reines jeunes. Les colonies doivent prendre des aliments de qualité et en quantité suffisante (Holt et Grozinger, 2016).

Une autre mesure nécessaire à prendre, est de désinfecter tout les instruments utilisés pour la visite des ruches (Kelly, 2019).

### **2.3. L'acariose**

L'acariose est une maladie parasitaire qui affecte les abeilles domestiques, causée par l'acarien *Acarapis woodi* (Fig.10). Cet acarien s'installe dans les trachées des abeilles adultes de toute les castes, entraînant des problèmes respiratoires et affaiblissant la colonie (Giordani, 1965; Wilson et al., 1997). Il perce la paroi des trachées d'*A. mellifera* pour se nourrir de son hémolymphe.

La période de développement de *A.woodie* est d'environ 14 jours, dans le système respiratoire, et les femelles reproductrices sortent de la trachée pour parasiter une nouvelle abeille adulte (Morgenthaler, 1933 in chahbar, 2017).



Figure 10 : *Acarapis woodi* (Morgenthaler, 1933 in chahbar, 2017).

### 2.3.1. Le cycle de vie

La femelle pondent entre 5 et 7 œufs, et ce, 1 à 3 jours après leur entrée dans la trachée respiratoire. Les œufs se transforment en larve, puis en nymphes qui se développera en adulte. La durée du stade larvaire est de 4 jours chez le mâle et de 5 jours (Fig.11) chez les femelles. Une nymphe se transforme en mâle adulte en 11 à 12 jours, tandis que pour les femelles, cela prend plus de temps (14 à 15 jours). Les femelles quittent les trachées, s'accrochent aux poils de l'abeille afin de s'attaquer à un autre hôte. Elles glissent alors à travers les groupes de jeunes ouvrières âgées de 1 à 3 jours environ. Il est observé que les travailleuses de plus de 9 jours sont peu infestées (Boucher, 2016).

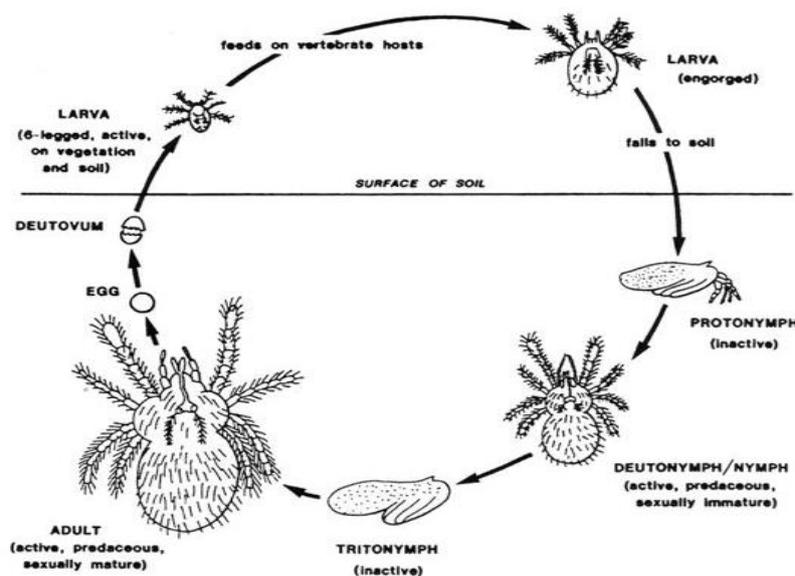


Figure 11 : Le cycle de vie de l'acariose (Boucher, 2016) .

**2.3.2. Traitement**

L'acariose, ne dispose pas de traitement efficace à 100 %. Après l'apparition de la maladie dans le rucher, l'apiculteur doit apprendre à gérer son développement de manière à ne pas compromettre la santé de la colonie (Dawick *et al.*, 1999).

*Chapitre III*  
*Matériel & Méthodes*

3.1. Présentation des zones d'échantillonnage

Nos échantillons ont été collectés sur plusieurs wilayas du pays: Bouira, Tizi Ouzou, Boumerdès, et Alger situées au nord, Tlemcen (sur le littoral nord-ouest), et Laghouat, au centre du pays (Fig. 14).

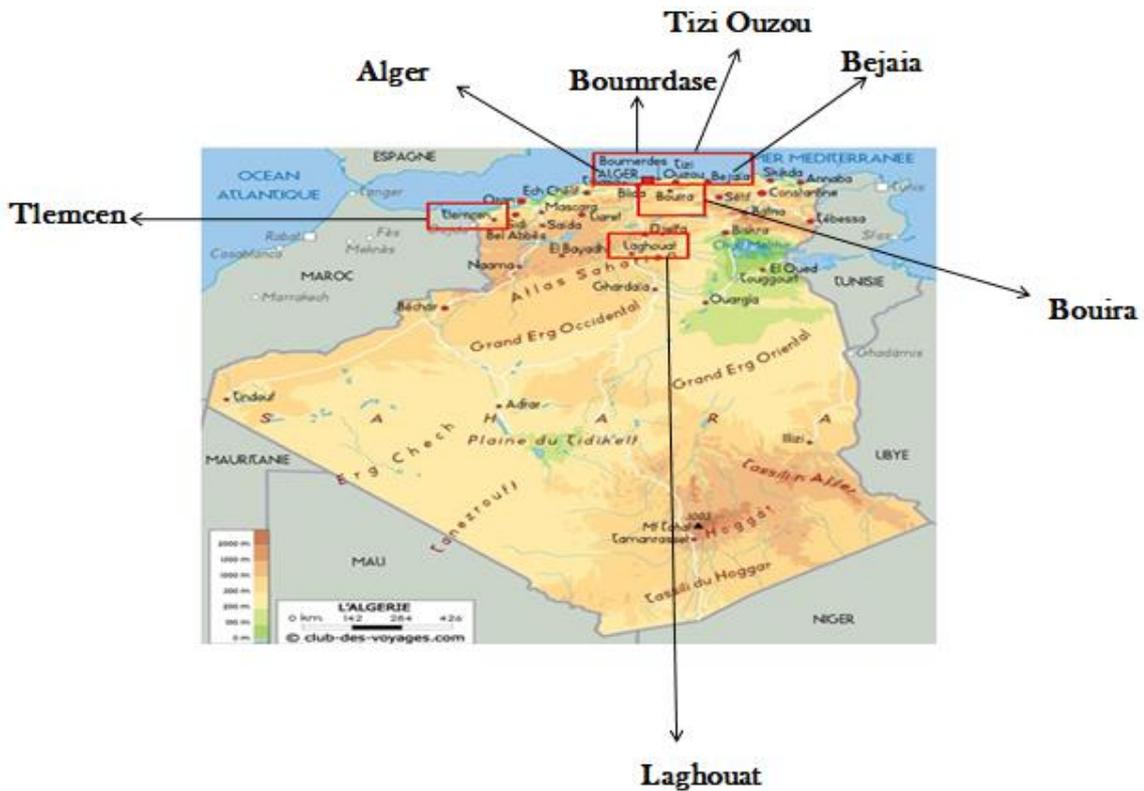


Figure 12 : Situation géographique des différentes zones d'études.

3.2. Emplacement du rucher

Pour cette étude, des échantillons ont été collectés dans sept wilayas différentes d'Algérie, chacune présentant des conditions optimales pour l'apiculture. Ces régions ont été choisies en raison de leur diversité géographique et climatique, offrant ainsi un large éventail de conditions propices à l'élevage des abeilles. Les wilayas de Bouira (2 ruchers : pôle universitaire et Lakhdaria), Tlemcen, Alger, Laghouat, Tizi Ouzou, Béjaïa et Boumerdès (Fig.15). Les caractéristiques de chaque rucher sont indiquées ans le tableau suivant :

Tableau 03: Les caractéristiques des rucher d'études.

Region	Caractéristiques
<b>Bouira</b>	<p><b>Bouira</b> : Le rucher est situé au niveau du pôle universitaires. Il est placé dans un endroit sec, entouré de plantes sauvages telles que : <i>Inula viscosa</i> , <i>Pellenis spinosa</i> , <i>Chamaemelum nobile</i> , <i>Eriobotrya japonica</i></p> <p><b>Lakhadria</b> : Le rucher est placé dans un endroit humide,aux environs d'un oued. La végétation est diverses : des plantes cultivées et spontanées (<i>Salvia rosmarinus</i> , <i>Thymus</i>)</p>
<b>Tlemcen</b>	Le rucher est placé dans un endroit sec entouré d'arbre de cerisiers et de plantes spontanées telles que le <i>Thymus vulgaris</i>
<b>Boumerdes</b>	Le rucher est placé dans un endroit élevé,loin des routes et aux alentours d'une rivière. les plantes qui l'entourent : Eucalyptus, Mimosas, Citronniers
<b>Tizi-Ouzou</b>	Le rucher est situé aux alentours d'un lac. Il est entouré de verger d'arbres fruitiers et des champs cultivés
<b>Béjaia</b>	Le rucher est placé dans un endroit élevé, bien aéré, entouré de diverses plantes et arbres
<b>Laghouat</b>	Lerucher est placé dans un endroit pastorale et desertique et les plantes l'entourant sont : Arabdict- le thym désertique-Chardon

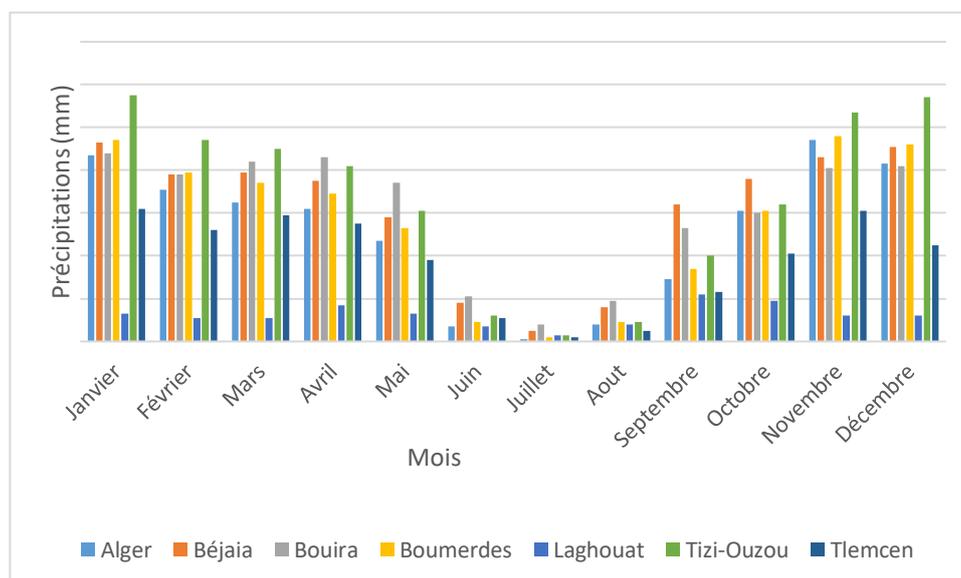


**Figure 13 :** Emplacement du rucher : A gauche : rucher de Boumerdes ; A droite : Pôle universitaire (Bouira) (Originale, 2024).

### 3.3. Facteurs climatiques

#### 3.3.1. Précipitations

La figure 14 présente les précipitations mensuelles (en millimètres) pour les stations d'étude durant la période 2013-2023.

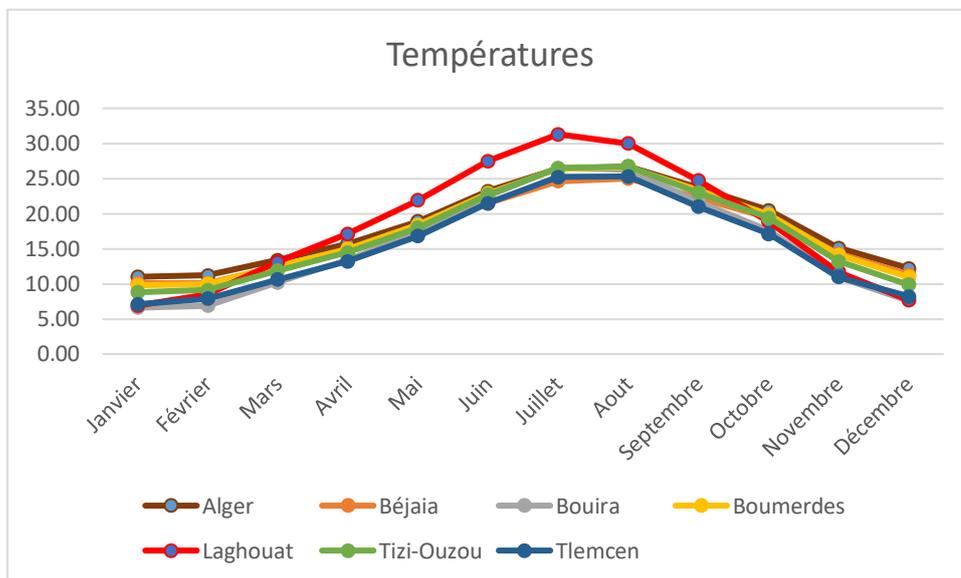


**Figure 14 :** Précipitations des différentes régions d'études durant (1991-2021) (climate-data.2022).

Il ressort de cette figure que les stations d'Alger, Béjaïa, Bouira, Boumerdes et Tizi-Ouzou sont les stations qui enregistrent plus de précipitations. Mais la quantité la plus importante est relevée dans la station de Tizi-Ouzou avec un maximum enregistré en hiver durant les mois de Janvier et Décembre avec respectivement 115mm et 114mm. En revanche, Laghouat, située à l'intérieur du pays, présente des précipitations globalement faibles tout au long de l'année, avec un léger pic en septembre.

### 3.3.2. Températures

Le Figure 15 présente les températures moyennes mensuelles (C°) pour les stations d'étude durant la période 2013-2023.



**Figure 15 :** Température des différentes régions d'études durant (1991-2021) (climate-data.2022).

A partir de cette figure, nous constatons que les wilayas d'Alger, Béjaïa, Bouira, Boumerdes, Tizi-Ouzou et Tlemcen affichent des températures moyennes en juillet et août, avec des pics respectifs qui varient entre 25,00°C et 26,70°C. Par contre, Laghouat, présente la température moyenne la plus extrême qui atteint 31,30°C en juillet. Globalement, les mois de juillet et août sont les plus chauds pour toutes les villes, tandis que janvier, février et décembre sont les plus frais.

3.3.3. Synthèse climatique

La synthèse climatique d’une région donnée se fait par l’analyse du diagramme ombrothermique de BAGNOULES et GAUSSEN (1953) et par le climagramme d’EMBERGER (1955).

3.3.3.1. Le diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique impliquant l’utilisation des valeurs des précipitations et les températures moyennes (Fig.16). Selon (Bagnouls& Gausсен,1953), sécheresse se produit lorsque, le montant total des précipitations P décrit en millimètres est inférieur au double de la température T décrite en degrés Celsius.

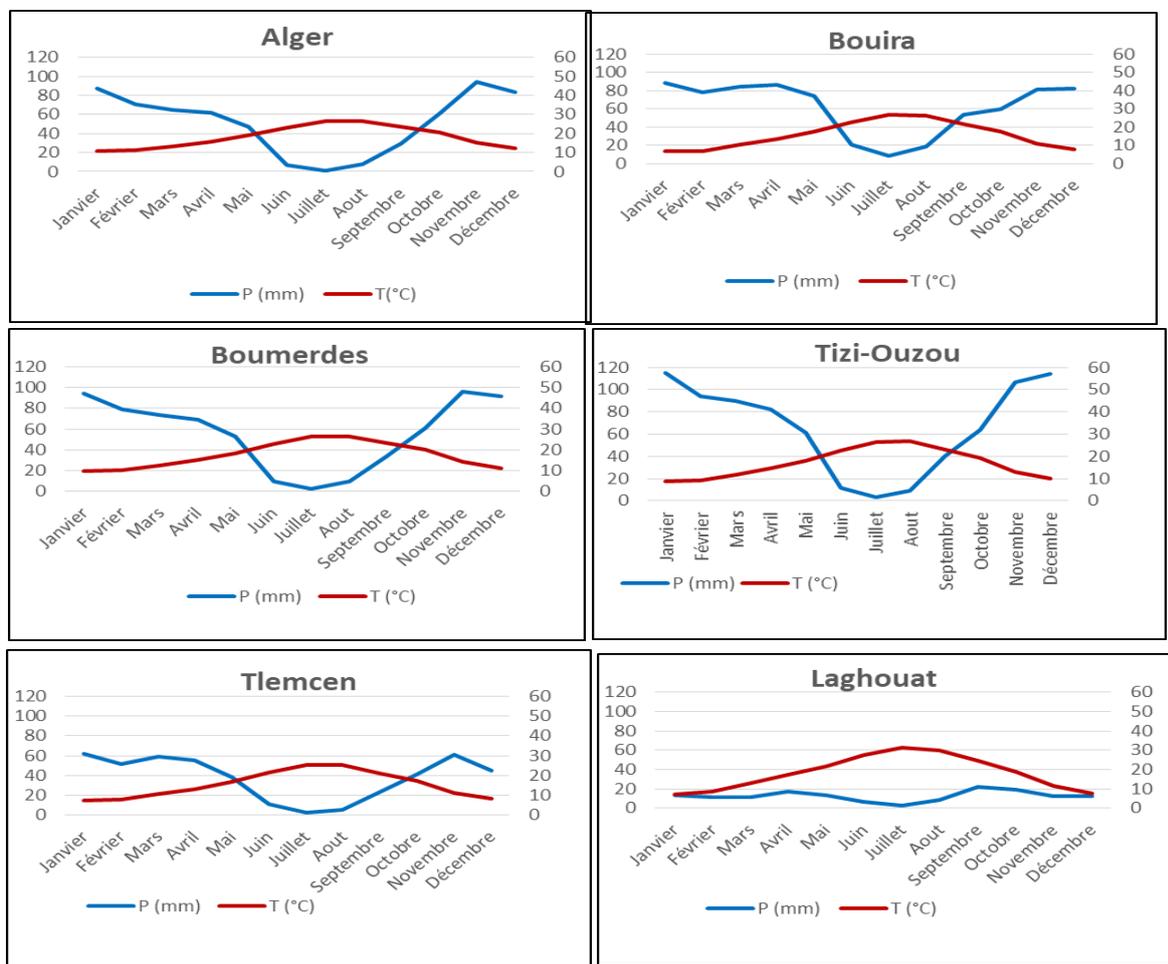


Figure 16 : Diagramme ombrothermique des différentes régions d’échantillonnage (fr.climate-data.org).

Les diagrammes ombrothermique pour les régions de Bouira, Boumerdès, Tizi-Ouzou, et Alger montrent que la période sèche s'étend de mai à septembre, soit environ 5 mois. En revanche, dans la région de Tlemcen, la période sèche s'étend de mai à octobre, soit environ 6 mois. Quant à la région de Laghouat, elle présente une période sèche qui s'étale tout au long de l'année.

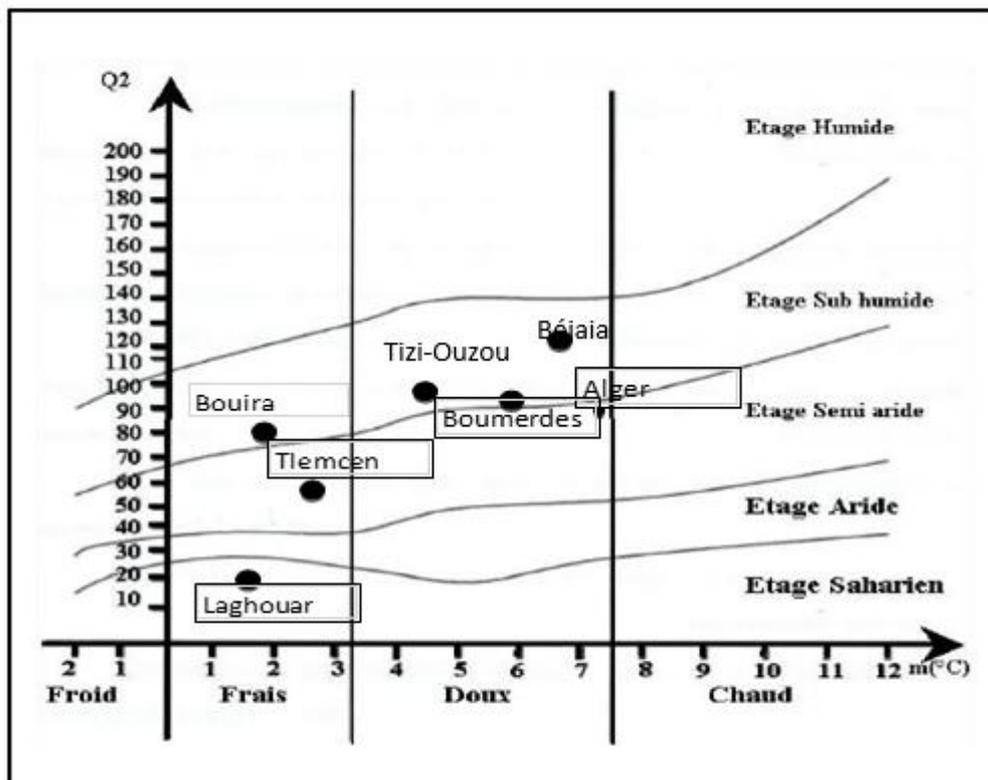
**3.3.4. Climagramme d'Emberger**

En vue de situer nos régions d'étude dans le climatogramme d'Emberger (Fig.17), les moyennes annuelles (minimales et maximales) des températures ainsi que la pluviométrie sont indispensables pour calculer le quotient d'Emberger simplifié par STEWART (1969) qui s'écrit comme suit :

$$Q = 2000 * P / M^2 - m^2$$

Avec : **M** : température maximale moyenne du mois le plus chaud en °K (M+273K)

**m** : température minimale moyenne du mois le plus froid en °K (m+273K)



**Figure 17:** Climatogramme d'Emberger des stations d'étude durant (1991-2021) (climate-data.2022).

D'après ce climatogramme, les datations de Tizi-Ouzou, Béjaïa, Boumerdes et Alger sont classées dans l'étage bioclimatique Sub humide avec un hiver doux. La station de Bouira se retrouve également dans l'étage Sub humide mais à hiver frais. Quant à Tlemcen et Laghouat, elles se situent respectivement dans les étages Semi Aride et Saharien avec un hiver frais.

### **3.4. Matériel et Méthode**

#### **3.4.1. Matériel**

##### **3.4.1.1. Matériel de prélèvement des échantillons sur le terrain**

Pour collecter les échantillons sur le terrain, nous avons utilisé les équipements suivants :

- **Combinaison apicole** : Une tenue de protection pour éviter les piqûres d'abeilles lors de la manipulation des ruches.
- **Enfumeur** : Un dispositif utilisé pour produire de la fumée afin de calmer les abeilles, facilitant ainsi l'ouverture des ruches et la manipulation des cadres.
- **Lève-cadre** : Un outil utilisé pour soulever et manipuler les cadres de la ruche. Ces équipements sont essentiels pour assurer une collecte sûre et efficace des échantillons sur le terrain, tout en minimisant le stress pour les abeilles et en préservant l'intégrité des ruches.

##### **3.4.1.2. Matériel utilisé au laboratoire**

Le matériel utilisé au laboratoire est le suivant :

- **Matériel biologique** : les abeilles domestiques de l'espèce *A.mellifera intermissa*
- **Matériel non biologique** : Les Réactifs, les appareils ainsi que la verrerie utilisée au cours de nos expériences au niveau du laboratoire de biochimie sont indiqués dans l'**Annexe 1**.

3.4.2. Méthodes

3.4.2.1. Échantillonnage des abeilles

Dans notre étude, les échantillons de Tizi-Ouzou, Alger, Boumerdas, Bouira, Tlemcen, Béjaia, Laghouat ont été envoyés par des apiculteurs locaux. Alors que, les échantillons prélevés de Boumerdès et Bouira, nous les avons effectués sur place comme suit : Après avoir bien enfumé la ruche, nous avons ouvert la ruche, nous avons prélevé deux à trois cadres pleins d’abeilles (la reine est mise à l’écart) et les secouer dans un récipient (Fig.18).



Figure 18 : Prélèvement des échantillons (Originale ,2024).

Quand les abeilles se sont calmées, nous avons prélevé un échantillon d’abeilles que nous avons mis dans un bocal (Tab 4)

Tableau 04 : Effectif des abeilles collectées dans différentes régions

Region	Date	Effectif prélevé	Effectif étudié
Alger	8 Mai 2024	200	10
Bouira	8 Avril 2024(Bouira ) 8 Mai 2024 (Lakhdaria)	20 100	10
Telemcen	8 Mai 2024	60	10
Boumardes	2 Mars 2024	20	10
Tizi ouzau	15 Mai 2024	165	10
Béjai	12 Mai 2024	20	10
Lagout	8 Mai 2024	200	10

### 3.4.2.2. Méthodes d'étude de la nosérose

Pour évaluer le taux d'infestation des abeilles adultes par *Nosema spp.*, deux méthodes sont utilisées selon le protocole d'ANSES (2020). Il s'agit de la méthode qualitative et la méthode quantitative :

#### a. Méthode Qualitative

La méthode qualitative permet de déterminer la présence ou l'absence de *Nosema spp.* dans l'abdomen des abeilles. Voici les étapes typiques de cette méthode (Fig.19) :

- **Préparation des échantillons** : À l'aide de ciseaux et d'une pince souple, nous avons prélevé les abdomens en les découpant au niveau du pétiole.
- **Broyage des Abdomens** : les abdomens découpés sont mis dans un mortier dans lequel nous avons ajouté 5 ml d'eau ultra pure. Ensuite, ils sont broyés avec un pilon jusqu'à obtenir une suspension homogène.
- **Observation au Microscope** : 10  $\mu$ l de l'homogénat est déposé entre une lame et lamelle puis observée au microscope (G x 40) pour rechercher la présence de spores de *Nosema spp.*. Les spores sont généralement identifiables par leur forme et leur taille caractéristiques.



1. abdomen coupé



2. Broyage



3. Prélèvement 10  $\mu$ l



4. Observation microscopique

**Figure 19** : Les étapes de la méthode qualitative (originale ,2024).

**b. Méthode Quantitative**

Après l'observation microscopique, nous avons procédé à un examen quantitatif pour le comptage des spores avec la Cellule de Malassez, pour les échantillons infestés par la Nosémosse :

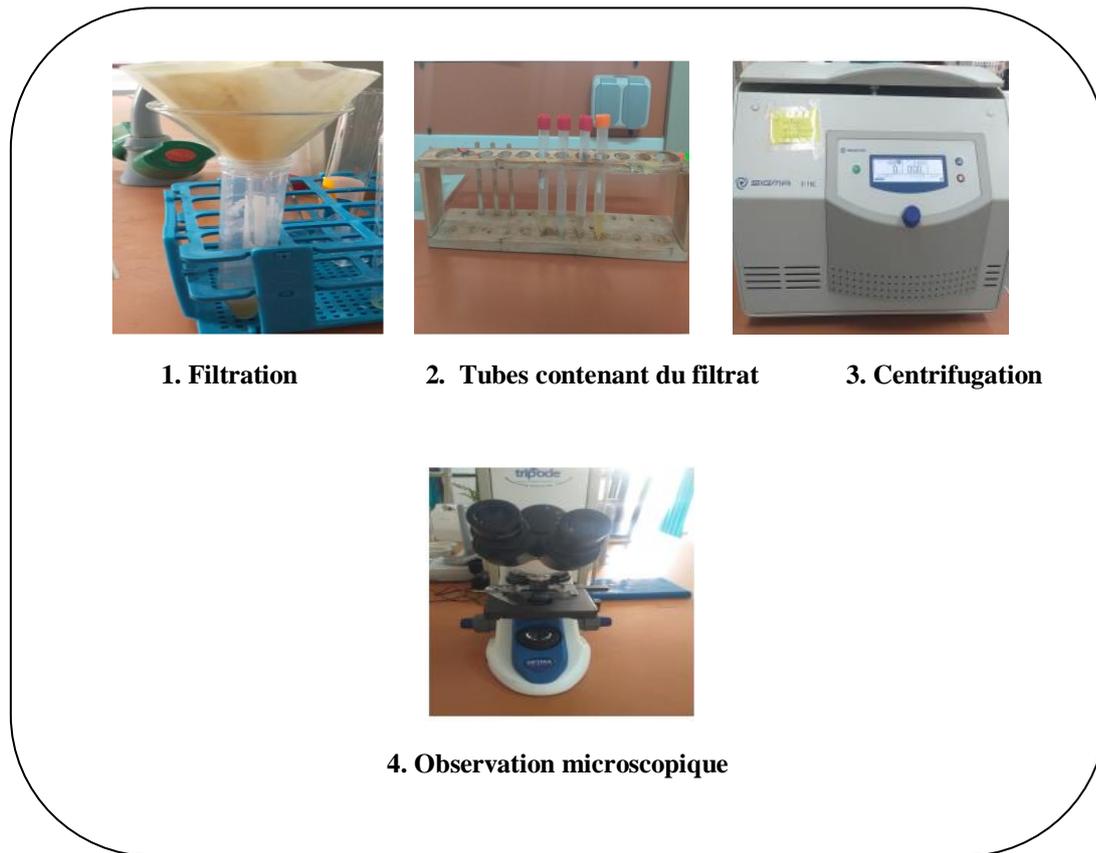
La première étape consiste à filtrer le reste du broyat des abdomens dans un tube à centrifuger à l'aide d'un filtre en toile plié (compresse à deux épaisseurs). Le mortier et le pilon sont également rincés avec 5 ml d'eau distillée et la solution de rinçage est ajoutée au filtrat. Le filtre est pressé à l'aide du pilon pour extraire totalement la suspension qui est ensuite centrifugée pendant 6 minutes à 800g. Après la centrifugation, le surnageant est éliminé par épanchement et le culot est remis en suspension homogène avec 10 ml d'eau ultra pure à l'aide du vortex.

Pour le comptage des spores, les plats encadrant la surface quadrillée de la cellule de Malassez sont humidifiés et la lamelle est posée et pressée délicatement. Après une trentaine de secondes de séchage, une quantité de solution comprise entre 20 et 30 µl est prélevée et diffusée sous la lamelle par capillarité, en évitant tout débordement. Après environ 4 minutes de repos, l'observation est réalisée. Sous microscope, Le comptage est effectué selon la formule suivante (Fig.20):

$$N = \left( \frac{n}{\alpha \times v} \right) \times F.D$$

Où :

- N est la concentration de spores par abeille.
- n est le nombre total de spores comptés sur la lame de microscope.
- $\alpha$  est la surface du champ de vision du microscope.
- V est le volume de l'échantillon observé sur la lame.
- F.D est le facteur de dilution.

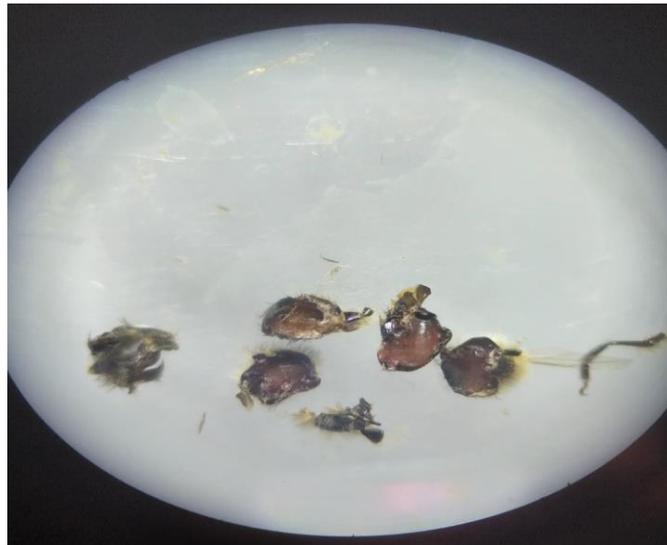


**Figure 20** : Les étapes de la méthode quantitative (originale ,2024).

### 3.4.2.3. Méthodes utilisée pour l'étude de l'acariose

L'étude de l'acariose est réalisée selon le protocole décrit par OIE (2008) :

Le thorax est soigneusement séparé de l'abdomen et de la tête de l'abeille. Ensuite, il est placé dans une boîte de Pétri. À l'aide d'une lame de bistouri, le thorax est méticuleusement coupé en deux pour permettre une inspection détaillée (Fig.21). Les échantillons ainsi préparés sont ensuite examinés sous une loupe pour détecter tout signe d'acariose, une maladie parasitaire affectant les abeilles. Si l'examen ne révèle aucun symptôme d'acariose, cela indique que l'abeille n'est pas touchée par cette maladie, fournissant ainsi une évaluation précise de la santé des colonies apicoles.



**Figure 21 :** Les thorax des abeilles coupés (originale ,2024) .

## *Résultats et discussion*

#### 4.1. Analyses des résultats de nosema

##### 4.1.1. Les résultats de l'analyse qualitative

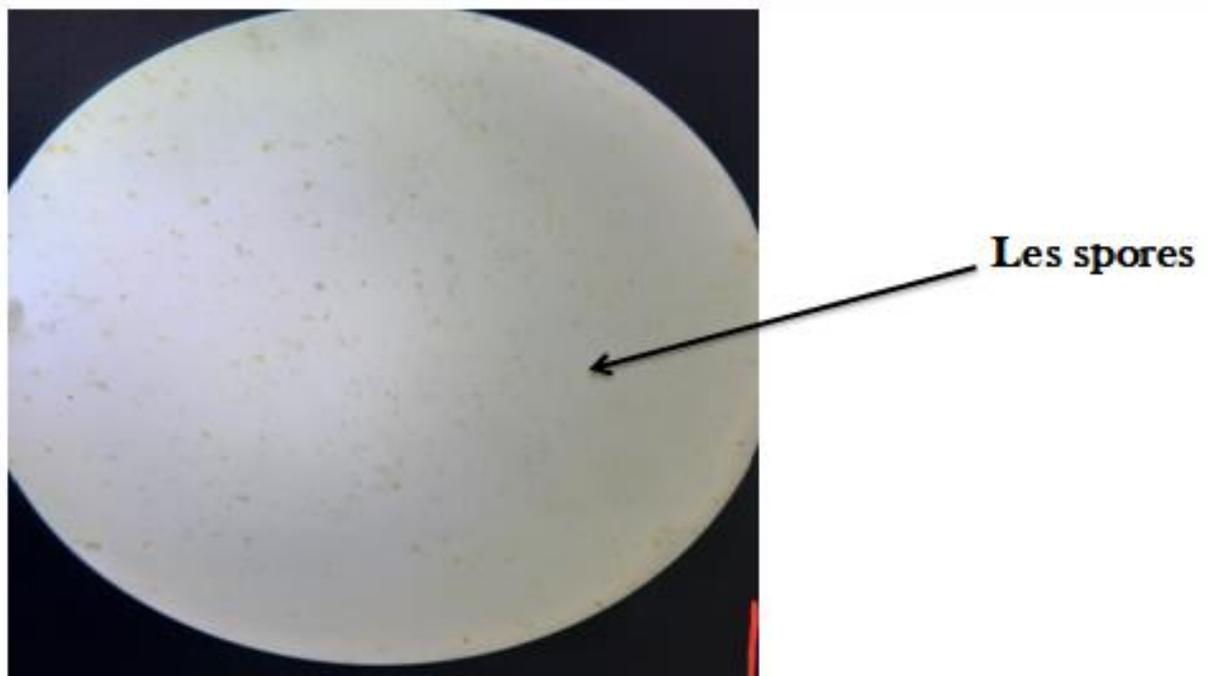
L'analyse des résultats des tests de Nosema, montre une répartition variable des infections parmi les différentes régions étudiées. Le Tableau 05 présente les résultats détaillés pour chaque région.

**Tableau 05 :** Les résultats des tests de Nosema dans les différents ruchers d'étude.

Rucher	Résultats
Alger	-
	- (Pôle universitaire)
Bouira	+ (Lakhdaria)
Telemcen	+
Boumardes	-
Tizi ouzau	+
Béjai	-
Lagout	+

- (-) : absence de Nosema
- (+) : présence de Nosema

L'analyse des résultats des tests de Nosema révèle une répartition variable des infections pour les différentes saltations étudiées. Les échantillons prélevés sur les ruchers d'Alger, Boumerdès, Béjaïa et du pôle universitaire (Bouira) ne renferment pas des spores, donc ils sont exempts d'infection. En revanche, le deuxième échantillon de Bouira prélevé au niveau du rucher de Lakhdaria, ainsi que ceux de Laghouat, Tlemcen et Tizi Ouzou montre un résultat positif, c'est dire ils renferment les spores de Nosema (Fig.22).



**Figure 22 :** Observation microscopique des spores *N. Spp* sous microscope photonique (Gr x40) (originale)

#### 4.1.2. Résultats de l'analyse quantitative

Le tableau et la figure ci-dessous présente les résultats du dénombrement des spores dans les échantillons infestés par la nosérose. Les résultats sont exprimés en (cellules/ml) et le pourcentage correspond au taux d'infestation des abeilles.

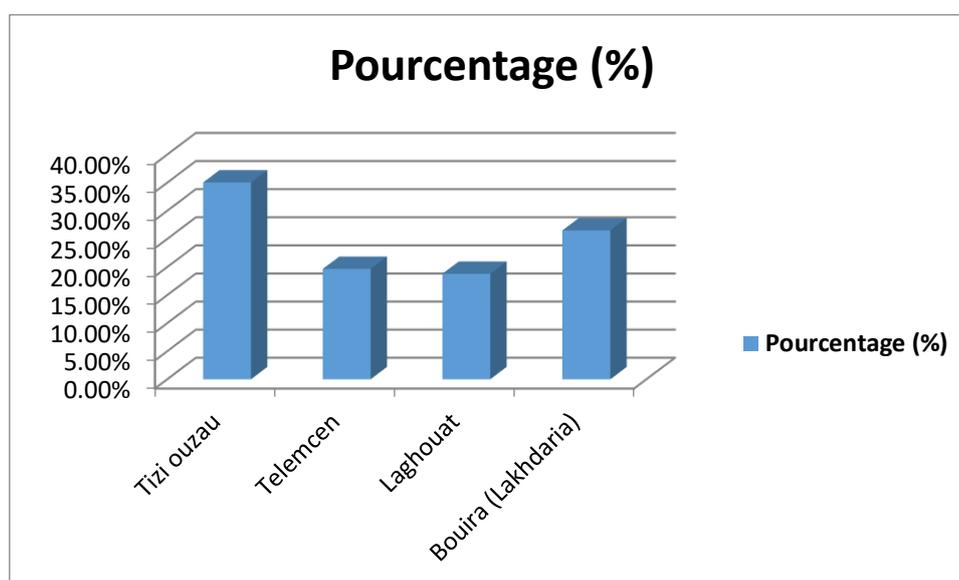
**Tableau 06 :** Dénombrement des spores d'abeilles dans les ruchers infestés

Ruchers	Nombre de spores (cellule par mL)
Tizi Ouzou	$8,2 \times 10^5$
Tlemcen	$4,6 \times 10^5$
Laghouat	$4,4 \times 10^5$
Bouira (Lakhdaria)	$6,2 \times 10^5$

Les résultats montrent une variabilité significative dans le dénombrement des spores d'abeilles parmi les échantillons infestés par la nosérose. L'échantillon prélevé de Tizi Ouzou présente le plus grand nombre de spores avec  $8,2 \times 10^5$  cellules/mL, Celui de Bouira (Lakhdaria) suit avec  $6,2 \times 10^5$  cellules/mL, Bien que moins élevé que Tizi Ouzou, Tlemcen et Laghouat affichent des résultats similaires, avec respectivement  $4,6 \times 10^5$  cellules/mL et  $4,4 \times 10^5$  cellules/mL.

#### 4.1.2.2. Taux d'infestation des abeilles échantillonnées

Les taux d'infestation des abeilles échantillonnées sont représentés dans la figure 23.

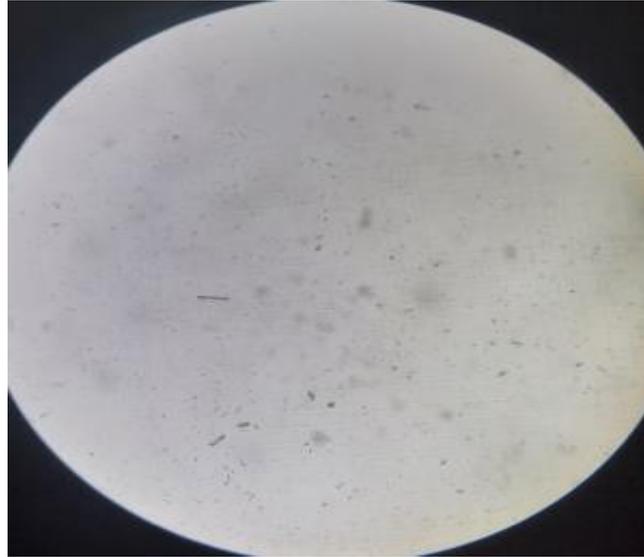


**Figure 23 :** Taux d'infestation des abeilles échantillonnées

Ces taux représentent les pourcentages d'abeilles infestées dans chaque région mentionnée.

- **Tizi Ouzou** a le taux d'infestation le plus élevé avec **35,04%**.
- **Tlemcen** a un taux d'infestation de **19,66%**.
- **Laghouat** a un taux d'infestation de **18,80%**, le plus bas parmi les régions mentionnées.
- **Bouira (Lakhdaria)** a un taux d'infestation de **26,50%**.

La figure 27 présente les spores observées dans la cellule de Malassez sous microscope.



**Figure 27** : Observation microscopique des spores *N. Spp* sur cellule malasseze sous microscope

#### 4.2. Analyses des résultats de l'étude de l'acariose

L'analyse des résultats des tests sur l'acariose dans les différents échantillons montre l'absence du parasite *Acarapis woodi*, responsable de cette maladie dans l'ensemble des échantillons collectés (Tab. 07).

**Tableau 07** : Résultats de test d'acariens dans différentes ruchers

Rucher	Résultats
Alger	–
Bouira	–
Tlemcen	–
Boumrdase	–
Tizi Ouzou	–
Béjaia	–
Laghouat	–

Les résultats indiquent que dans toutes les régions étudiées : Alger, Bouira (pôle et Lakhdaria), Tlemcen, Boumerdès, Tizi Ouzou, Béjaia, et Laghouat les tests pour les acariens sont négatifs.

### **4.3. Discussion**

Lors de notre présente étude, nous nous sommes intéressés à l'étude de la prévalence de la nosérose et de l'acariose, deux maladies affectent tant respectivement l'appareil digestif et respiratoire de l'abeille domestique. L'étude est menée sur 7 échantillons prélevés sur différents rucher : Alger, Bouira (deux ruchers : pôle universitaire et Lakhdaria), Béjaia, Tizi-Ouzou, Tlemcen et Laghouat.

#### **4.3.1. L'étude de la nosérose**

Les résultats de l'étude de la prévalence de la nosérose ont montré l'infestation des échantillons prélevés des ruchers de de Tizi Ouzou, Lakhdaria (Bouira) et Laghouat. Un nombre important de spores ( $8,2 \times 10^5$  cellules/mL) est détecté sur l'échantillon de Tizi-Ouzou, avec un taux d'infestation de 35,04%. Celui de Bouira (Lakhdaria) suit avec  $6,2 \times 10^5$  cellules/mL, soit 26,50%. Alors que les échantillons de Tlemcen et Laghouat affichent respectivement  $4,6 \times 10^5$  cellules/mL (19,66%) et  $4,4 \times 10^5$  cellules/mL (18,80%).

La présence d'une infection par les spores de *Nosema* dans les régions étudiées peut être attribuée à plusieurs facteurs. La période de prélèvement des échantillons, effectuée juste après des journées pluvieuses durant la saison printanière, a créé des conditions climatiques favorables à la prolifération de *Nosema*. Fernandez et Coineau (2007) ont montré que la nosérose est plus fréquente au printemps et à la fin de l'hiver, périodes durant lesquelles l'activité des abeilles est intensifiée. Cela est dû à l'humidité élevée qui favorise la croissance des spores de *Nosema* et augmente le degré de contamination des abeilles.

Nos résultats sont en ligne avec les observations relevées par Klee *et al.* (2007) qui ont montré que la prévalence de *Nosema* varie considérablement selon les régions et est souvent influencée par des facteurs environnementaux et apicoles. De plus, les résultats de *Nosema* pourraient être influencés par des facteurs tels que la gestion des ruches, la densité des colonies, et les pratiques de traitement contre les parasites Higes *et al.* (2008).

Fries (2010) et Williams et al. (2014) ont souligné l'importance des conditions climatiques et des pratiques de gestion apicole dans la prolifération de *Nosema*. Des conditions humides et une mauvaise gestion des ruches peuvent favoriser la croissance des spores de *Nosema*.

Retschnig et coll. (2017) rapportent que la prévalence de *Nosema spp.* dans les régions tempérées varie significativement au cours des saisons. En effet, les températures froides peuvent augmenter l'intensité de l'infection et que le pic d'infection se produit généralement entre le printemps et le début de l'été, et parfois en automne. Cette apparente contradiction peut s'expliquer par plusieurs facteurs. Les températures très basses augmentent le stress thermique et affaiblissent le système immunitaire des abeilles, facilitant la transmission du pathogène lorsqu'elles sont confinées dans la ruche. Néanmoins, au printemps, les abeilles sortent de l'hibernation affaiblies et recommencent à butiner, ce qui les expose à des spores de *N. spp* présentent dans l'environnement. La croissance rapide des colonies pendant cette période accroît également les interactions entre les individus, facilitant la propagation de l'infection. En automne, la diminution des ressources alimentaires et le stress de la préparation hivernale peuvent aussi favoriser l'infection.

D'autre part, nous supposons également que l'emplacement des ruchers de Tizi-Ouzou, de Lakhdaria(Bouira) et de Tlemcen à proximité des terres agricoles bénéficiées de l'utilisation intensive d'insecticides sont des facteurs qui affaiblissent le système immunitaire des abeilles, les rendant plus sensibles aux maladies, y compris *Nosema*. Afrat (2012) a montré que les interactions entre *N. ceranae* et les insecticides constituent un risque significatif pour la santé des abeilles. Les pesticides peuvent altérer les bactéries intestinales essentielles à la santé des abeilles, augmentant ainsi le risque d'infection.

Le facteur génétique semble jouer un rôle dans la résistance et la sensibilité des abeilles à la parasitose. Selon Huth-Schwarz et al. (2012), la variabilité génétique, le sexe des individus et la densité des colonies influencent les niveaux d'infection par *N. bombis*. Les mâles et les ouvrières ayant une diversité génétique plus faible montrent des niveaux d'infection plus élevés que la moyenne. De même, les colonies à plus forte densité présentent des niveaux d'infection plus élevés. Cette variabilité génétique peut expliquer les différences de prévalence de *Nosema* observées entre les régions.

La variabilité entre les régions peut être due à des facteurs environnementaux, climatiques, et pratiques apicoles spécifiques à chaque région. Une attention particulière et des mesures de gestion adaptées peuvent aider à réduire la charge de spores et à améliorer la résilience des colonies d'abeilles contre les infections

Signalant également que les résultats de dénombrement des spores montrent une variabilité significative entre les échantillons enfestés. Chen et al. (2009) ont démontré que les charges sporales de *Nosema* varient considérablement entre les régions et sont souvent corrélées à la santé générale des colonies. Selon Adjlane et al. (2017), cette variabilité peut être attribuée à plusieurs facteurs, y compris les conditions climatiques, les pratiques apicoles et la disponibilité des ressources florales.

Toutefois, Boucher (2016) signale que la nosérose semble non dangereuse lorsque les facteurs prédisposant, tels que le stress, la malnutrition ou les conditions climatiques défavorables sont absents, la nosérose reste souvent bénigne et ne provoque pas de symptômes sévères chez les abeilles. Les colonies en bonne santé, bien nourries et correctement gérées sont capables de résister à l'infection sans subir de dommages significatifs. Cependant, quand ces conditions sont présentes, la nosérose provoque un affaiblissement et, éventuellement, l'effondrement de la colonie affectée.

#### **4.3.2. L'étude de l'acariose**

Les résultats de l'étude de la prévalence des nos ruchers de l'acariose ont montré l'absence de l'agent causal *Acarapis woodi* au niveau de tous les échantillons examinés. Cependant, la surveillance continue est essentielle pour maintenir cet état de santé des colonies, car les acariens peuvent rapidement se propager et causer des dommages significatifs s'ils ne sont pas contrôlés. Les apiculteurs doivent rester vigilants et continuer à appliquer des mesures préventives pour garantir la santé et la productivité de leurs ruches.

La présence d'acariens et de *Nosema* peut avoir des effets combinés sur la santé des abeilles. Toutefois, dans cette étude spécifique, puisque aucun acarien n'a été détecté dans les régions étudiées, il n'est pas possible d'observer une relation directe entre la présence de *Nosema* et celle des acariens. Néanmoins, il est crucial de continuer à surveiller les deux pathogènes, car leur présence simultanée peut aggraver la santé des colonies d'abeilles.

Des études antérieures, comme celle de Guzmán-Novoa *et al.* (2010), ont montré que les colonies infestées à la fois par Varroa et Nosema ont une mortalité plus élevée. En l'absence d'acariens dans les régions étudiées, les mesures de gestion peuvent se concentrer sur le contrôle de Nosema et le maintien de bonnes pratiques apicoles pour prévenir toute future infestation d'acariens.

# *Conclusion*

## **Conclusion générale**

Cette étude met en évidence l'importance de la surveillance continue et de la gestion proactive des parasites pour maintenir la santé et la productivité des colonies d'abeilles domestiques.

Les résultats des tests de *Nosema* ont montré une répartition variable de l'infection parmi les différentes régions. Certaines régions comme Tizi Ouzou et Laghouat ont présenté des taux d'infestation élevés, tandis que d'autres comme Alger et Boumerdès étaient exemptes d'infection. Cette variabilité régionale indique que des facteurs environnementaux, climatiques et apicoles spécifiques jouent un rôle crucial dans la prolifération de *Nosema*.

La variabilité régionale dans la prévalence de la nosérose nécessite des approches personnalisées pour chaque région, tenant compte des facteurs environnementaux, climatiques et apicoles spécifiques.

De plus la prévalence de la nosérose varie d'une saison à une autre. Ces dynamiques saisonnières soulignent l'importance pour les apiculteurs de surveiller attentivement la présence de *N. apis* tout au long de l'année, en minimisant les facteurs prédisposant pour prévenir les effets dévastateurs de la nosérose, de renforcer les colonies avant l'hiver en assurant une alimentation adéquate, en gérant le stress climatique, en surveillant régulièrement les colonies.

D'autre part, cette étude met en lumière l'absence d'acariens tels qu'*Acapis wodi* dans les régions étudiées (Alger, Bouira, Tlemcen, Boumerdès, Tizi Ouzou, Béjaïa, et Laghouat). Bien que cette absence soit un signe positif, il est impératif de maintenir une vigilance constante et de poursuivre les pratiques de surveillance pour prévenir une éventuelle infestation future. La gestion proactive et les mesures préventives restent essentielles pour assurer la santé et la productivité des colonies d'abeilles, car les acariens peuvent rapidement se propager et causer des dommages significatifs s'ils ne sont pas contrôlés.

Les résultats de cette étude peuvent offrir une idée générale sur l'état de santé de nos colonies d'abeilles et montrer que celles-ci ne sont pas à l'abri de toute infestation d'où la nécessité de rester vigilants adopter des pratiques d'hygiène rigoureuses pour améliorer les pratiques apicoles et renforcer la résilience des colonies d'abeilles contre les infections.

Il est alors recommandé de mettre en place des programmes de sensibilisation sur les maladies des abeilles, en particulier la nosébose. Une surveillance régulière, par le biais d'inspections fréquentes et d'analyses de laboratoire, est essentielle pour détecter précocement les infections. La recherche continue et les partenariats avec les universités peuvent apporter des solutions innovantes et efficaces. Enfin, le soutien politique sous forme de subventions et d'aides financières, ainsi qu'un cadre réglementaire clair, sont indispensables pour encourager les pratiques durables et assurer la santé durable des abeilles domestiques et, par conséquent, la stabilité de l'écosystème et de l'agriculture en général.

# *Références bibliothèque*

- Adam G. (2010). La Biologie De L'abeille. Cours Ecole D'apiculture Sud-Luxembourg. 25p. En Ligne [Http://Ekladata.Com/Qphgziqbpbpkwpdho6j-Krosmic.Pdf](http://Ekladata.Com/Qphgziqbpbpkwpdho6j-Krosmic.Pdf) Consulté Le 10/2017
- Adjlane N., Haddad N. and Tarek O., 2013- Evaluation of the efficacy of different acaricides against *Varroa destructor* on *Apis mellifera intermissa* in Algeria . *Acarina* 21 (2): 141–146.
- Adjlane N., 2012- Etude des principales maladies bactériennes et virales de l'abeille locale *Apis mellifera intermissa* dans la région médio-septentrionale de l'Algérie. Thèse Doctorat en sciences agronomiques, ENSA El-Harrach
- Adjlane N., Belkadi K., Mecheri N., Ridane H. et Haddad N. 2016- Etude de la sensibilité de la bactérie *Paenibacillus larvae*. agent causal de la loque américaine à l'antibiotique oxytétracycline. *Rev. Sci. Technol., Synthèse* 33: 48 – 55
- Adjlane N. et Haddad N., 2016- La nosérose des abeilles : épidémiologie, diagnostic et traitements. *Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes*, s Vol.9 n°1 (2016) :79-88.
- Adjlane N. et Haddad N., 2021- Prévalence et répartition de la bactérie *Paenibacillus larvae* (Agent causal de la Loque américaine) au niveau de quelques ruchers de la région centre d'Algérie. *Revue Nature et Technologie*, ISSN : 1112-9778 – EISSN : 2437-0312 .
- Alfred, B., 1970. Les parasites des abeilles .Vigrofrères.486p.
- Aliferis, KA., Copley, T., Jabaji, S., 2012. Gas chromatography-mass spectrometry metabolite profiling of worker honey bee (*Apis mellifera* L.) hemolymph for the study of *Nosema ceranae* infection. *J Insect Physiol* 58, 1349–1359.
- Atmane, I., & Moucer, A. (2017). *Inventaire des maladies et des ennemis de l'abeille domestique dans la wilaya de Tizi-Ouzou* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Aufauvre, J., Biron, D.G., Vidau, C., Fontbonne, R., Roudel, M., Diogon, M., Viguès, B., Belzunces, L.P., Delbac, F., Blot, N (2012). Parasite-insecticide interactions: a case study of *Nosema ceranae* and fipronil synergy on honeybee. *Sci. Rep.* 2, 1 7p.doi:10.1038/srep00326
- Aufauvre, J., 2013. Impact de la microsporidie *Nosema ceranae* et d'insecticides neurotoxique sur la santé de l'abeille domestique (*Apis mellifera*), thèse de doctora., l'Université Blaise Pascal.HAL.130p.

- Biri M. (2010). Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Edition de Vecchi, Paris, 13-101.
- Boucher S. Maladies des abeilles. Édition France Agricole. Paris; 2016. 259 p. (Agriproduction)
- Bouchareb k., Guezzoul, I, 2021. Les Nosemoses des abeilles. Mémoire pour l'obtention de diplôme de docteur vétérinaire, université de Blida. 43p
- Botías C, Martín-Hernández R, Barrios L, Meana A, Higes M. Nosema spp. infection and its negative effects on honey bees (*Apis mellifera iberiensis*) at the colony level. Vol. 44. 2013. 25 p.
- Bruneau, E. (2006). Clefs pour l'alimentation. *Besoins alimentaires des abeilles. Abeilles & cie*, 4(113), 14-17.
- Chahbar, N., & HAMADI, K., 2020- Les abeilles domestiques locales et l'environnement. Un modèle parfait pour la sensibilisation environnementale.
- Colin, M.E. 1999. Intoxications. In *Bee Disease Diagnosis*, Options Méditerranéennes, 25, sérieB (ed M. E. Colin, B. Ball, M. Kilani), pp.167–175. CIHEAM, Saragosse.
- Decourtye, A., Devillers, J., Genecque, E., LeMenach, K., Budzinski, H., Cluzeau, S., PhamDelègue, M.H. 2005. Comparative Sublethal Toxicity of Nine Pesticides on Olfactory Learning Performances of the Honeybee *Apis mellifera*. *Environmental Contamination and Toxicology*. 48(2): 387–395.
- DI PASQUALE., 2014-Garance. *Influence de l'alimentation pollinique sur la santé de l'abeille domestique, Apis mellifera L.* Thèse de doctorat. Université d'Avignon. 156 p.
- Decourtye, A., Devillers, J., Genecque, E., LeMenach, K., Budzinski, H., Cluzeau, S., PhamDelègue, M.H. 2005. Comparative Sublethal Toxicity of Nine Pesticides on Olfactory Learning Performances of the Honeybee *Apis mellifera*. *Environmental Contamination and Toxicology*. 48(2): 387–395.
- Dubreuil, P. Évaluation du thymol administré dans le sirop de nourrissage afin de contrôler les comptes du parasite Nosema spp. dans des ruches de la Montérégie. Saint-Hyacinthe (Québec) : Faculté de médecine vétérinaire; 2018, juin p. 31.
- Dustmann, J.H. & Von Der Ohe, W. 1988. Influence des coups de froid sur le développement printanier des colonies d'abeilles. *Apidologie* 19 (3): 245–253.

- Dussaubat, C., Maisonnasse, A ; Alaux, C., Tchamitchan, S., Brunet J-L., Plettner, E., Belzunces, B., Le Conte, Y 2010. *Nosema* spp. infection alters pheromone production in honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Chemical Ecology* (2010) 36 (5) : 522-525
- Faucon J.P.1992. *Précis de pathologie, connaître et traiter les maladies des abeilles*. Ed.
- Fries, I., Feng, F., daSilva, A., Slemenda, S.B., Pieniasek, N.J., 1996. *Nosema ceranae* n sp (Microspora, *Nosematidae*), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis ceranae* (Hymenoptera, Apidae).
- Forsgren, E., Fries, I., 2010. Comparative virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in individual European honey bees. *Vet. Parasitol.*170, 212-217.
- Fries I, Camazine S., 2001. Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology. *Apidologie* 32, 199-214.
- Fleming JC, Schmehl DR, Ellis JD. Characterizing the Impact of Commercial Pollen Substitute Diets on the Level of *Nosema* spp. In *Honey Bees (Apis mellifera L.)*. PLOS ONE. 30 juill 2015;10(7):e0132014.
- Gallai, N., Salles, J.M., Vaissières, B.E. 2009. *Bull Tech Apic.* 36(3): 110–116.
- Gisder S, Genersch E. Identification of Candidate Agents Active against *N. ceranae* Infection in Honey Bees: Establishment of a Medium Throughput Screening Assay Based on *N. ceranae* Infected Cultured Cells. PLOS ONE. 6févr2015;10(2):e0117200.
- Johnson, R. 2010. Honey Bee Colony Collapse Disorder. Congressional Research Service, 7–5700, <http://www.fas.org>
- Imdorf, A., Ruoff, K., Fluri, P., & Gallmann, P. (2010). Le développement des colonies chez l'abeille mellifère. In *ALP forum* (Vol. 68, pp. 1-67).
- Habbi-Cherifi A. , Adjlane N. , Medjdoub-Bensaad F. , Haddad N., 2019- Dynamics of the population *Varroa destructor* at the Level of Local Bee Colonies *Apis mellifera intermissa* in the North Central of Algeria. *Mellifera*, 19(2):33-42
- Higes M., Martin R., Meane A. 2006. *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *J. Invertebr. Pathol*, 92, 81–83
- Higes M, J. Nozal M, Alvaro A, Barrios L, Meana A, Martín-Hernández R, et al. The stability and effectiveness of fumagillin in controlling *Nosema ceranae* (Microsporidia) infection in honey bees (*Apis mellifera*) under laboratory and field conditions. Vol. 42. 2011. 364 p.

## Référence bibliographique

---

- Higes, M., García-Palencia, P., Martín-Hernández, R., Meana, A., 2007. Experimental infection of *Apis mellifera* honeybees with *Nosema ceranae* (Microsporidia). *J. Invertebr. Pathol.* 94, 211-217
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Meana, A., 2010. *Nosema ceranae* in Europe: an emergent type Cnosemosis. *Apidologie.* 41, 375-392.
- Huang, W.F., Jiang, J.H., Chen, Y.W., Wang, C.H., 2007. A *Nosema ceranae* isolate from the honeybee *Apis mellifera*. *Apidologie.* 38, 30-37.
- Holt HL, Grozinger CM. Approaches and Challenges to Managing *Nosema* (Microspora: Nosematidae) Parasites in Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Colonies. *J Econ Entomol.* 23 juin 2016;109(4):1487-503.
- Houdelet, C. (2020). *Analyse de l'immunoprotéome de l'abeille en réponse à différents stress environnementaux* (Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes [2020-....]).
- Houda BOUZERAA THESE Présentée En Vue de l'Obtention du Diplôme de Doctorat En Physiotoxicologie Animale thème Biodiversité des Abeilles domestiques *Apis mellifera* dans la région de Jijel et impact .2021.
- Kairo, G. (2016). *Effets des stresseurs environnementaux sur la reproduction de l'abeille domestique (Apis mellifera L.): action par une exposition des mâles* (Doctoral dissertation, Université d'Avignon).
- Kelly P. Fumigating with Acetic Acid to Decontaminate Brood Chambers [Internet]. Tips Tricks and Tools – University of Guelph. [cité 5 juin 2019]. Disponible à :<http://www.uoguelph.ca/honeybee/education-fumigation.shtml>
- Kralj, J., Fuchs, S 2010.« *Nosema* spp. Influences flight behavior of infected honey bee foragers *Apidologie* 41 (2010) 152-163
- Kurze C, Mayack C, Hirche F, Stangl G, Le Conte Y, Kryger P, et al. *Nosema* spp. infections cause no energetic stress in tolerant honeybees. Vol. 115. 2016
- Laszlo DeRoth, D. M. (1980). Reproduction de l'abeille. *Rev. L'abeille. Département d'Anatomie et Physiologie animales, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Montréal Saint-Hyacinthe, Québec, 3p.*
- LA SANTE DES ABEILLES 2012-2014, Service public fédéral Santé publique, Sécurité de la chaîne alimentaire et Environnement de Belgique.
- Le Conte Y.& Franck P., 2005. Les races de l'abeille domestiques *Apis mellifera* Linneaus. *Abeille & fleurs*, 659:22-23

- MacInnis CI. *Nosema ceranae*: A sweet surprise Investigating the viability and infectivity of the honey bee (*Apis mellifera* L.) parasite *N. ceranae* [Internet] [Master of Science thesis]. University of Alberta; 2017. Disponible à: <https://doi.org/10.7939/R3BG2HQ5K>.
- Mackowiak, C, 2009, Le déclin de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France, These, Faculté De Pharmacie, UNIVERSITÉ Henri Poincaré, NANCY 1, 171p.
- Mayack C., Naug D. (2009) Energetic stress in the honeybee *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection, *J. Invertebr. Pathol.* 100 : 185–188.
- Maistrello L, Lodesani M, Costa C, Leonardi F, Marani G, Caldon M, *et al.* Screening of natural compounds for the control of *Nosema* disease in honeybees (*Apis mellifera*). Vol. 39. 2008.
- Michalczyk M, Sokół R, Koziatek S. Evaluation of the Effectiveness of Selected Treatments of *Nosema* Spp. Infection by the Hemocytometric Method and Duplex Pcr. Vol. 66 (1). 2016. 115 p.
- MERDJET YAHIA, Y. A. S. M. I. N. A. (2021). *IMPACT DES ABEILLES SUR L'ENVIRONNEMENT DANS LA RÉGION DE TIARET* (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).
- Nanetti A, Rodriguez García C, Meana A, Martín-Hernández R, Higes M. Effect of oxalic acid on *Nosema ceranae* infection. Vol. 102. 2015.
- Nestor, F., Yves, C., 2007. Maladies, parasites et autres ennemis de l'abeille mellifère. Ed. Atlantica. 498p.
- Nury, C. , Ferland, J. , 2019. CHRONIQUE DE LA RESPONSABLE PROVINCIALE EN APICULTURE. L'ABEILLE. 9-15
- OIE (2008) Manual for diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals, Chapter 2.2.4. Nosemosis of honey bees. Office International des Epizooties; Paris, France.
- OUAHAB, Y. (2016). *Distribution spatio-temporelle des abeilles sauvages (Hyménoptera; Apoidea) à travers les Monts de Tlemcen* (Doctoral dissertation).
- Peter D. Paterson. L'apiculture Agricultures tropicales en poche 2006.
- Rangel J, Baum K, Rubink W, N. Coulson R, Johnston J, E. Traver B. Prevalence of *Nosema* species in a feral honey bee population: a 20-year survey. Vol. 47. 2015.
- Retschnig G, Williams G, Schneeberger A, Neumann P. Cold Ambient Temperature Promotes *Nosema* spp. Intensity in Honey Bees (*Apis mellifera*). Vol. 8. 2017. 1 p.

## Référence bibliographique

---

- Roger JUNG mai 2015 . RUCHER ECOLE DE L'ENCHENBERG89 Route de Cernay 68800 VIEUX-THANN FORMATION A L'APICULTURE FICHE PRATIQUE 8 La Nosémose .
- Rouzé, R. (2020). *Impacts et interactions de la microsporidie Nosema ceranae et d'insecticides neurotoxiques sur la santé de l'abeille domestique, Apis mellifera* (Doctoral dissertation, Université Clermont Auvergne [2017-2020]).
- Sokół R, Michalczyk M. Detection of Nosema spp. in worker bees, pollen and bee bread during the honey flow season. Vol. 85. 2016. 261 p.
- Somerville, D.C. 2001. *Nutritional value of beecollected pollens*. A Report For Rural Industries Research and Development Corporation. Editors NSW Agriculture. Publication n°01/047 Barton, Australia. 176 pages.
- Sonia Ernould La clothianidine induit un déséquilibre de la flore intestinale chez *Apis mellifera* 2019. 38p.
- Toma, B., Dufour, B., Sanna, M., Bénét, J. J., Shaw, A., Moutou, F. & Louzã, A. 2001. *Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures*, Maisons-Alfort, AEEMA.
- Toumanoff C. Les maladies des abeilles. Ed. Vigot Frères. 1930.
- Traver, B.E., Fell, R.D., 2011. *Nosema ceranae* in drone honey bees (*Apis mellifera*). J. Invertebr. Pathol. 107, 234-236.
- Traver, B.E., Fell, R.D., 2012. Low natural levels of *Nosema ceranae* in *Apis mellifera* queens. J. Invertebr. Pathol. 110, 408-410.
- Tremblay N, Martin G. Comparaison de différentes solutions de nourrissage automnal sur la santé, la survie hivernale et le développement printanier des colonies d'abeilles domestiques (*Apis mellifera* Linnaeus). [Internet]. MAPAQ, CRSAD, FAQ; 2011 p. 21. Report No.: Projet MAPAQ no : 09-C-65. Disponible à : [http://www.crsad.qc.ca/uploads/tx\\_centre\\_recherche/Rapport\\_final\\_nourrissage\\_automnal\\_09-C-65\\_.pdf](http://www.crsad.qc.ca/uploads/tx_centre_recherche/Rapport_final_nourrissage_automnal_09-C-65_.pdf).
- Vavra, J., Larsson, J.I.R., 1999. Structure of the Microsporidia. In: The Microsporidia and Microsporidiosis, Wittner, M. and Weiss ASM press, Washington, DC. Pp: 7-84
- Vidal-Naquet, N. 2009. L'abeille *Apis mellifera*: les castes et les cycles. Bulletin des GTV. 51:86-90

## *Référence bibliographique*

---

- Vidal-Naquet N. Honeybee veterinary medicine: *apis mellifera* L. First Edition. Sheffield, United Kingdom: 5M Publishing; 2015. 260 p.
- Vidal-Naquet, N. 2012. Chapter Honey bees. In *Invertebrate Medicine* second edition (ed.GregLewbart), pp. 285–323. Blackwell-Wiley
- Wendling S., 2012: *Varroa destructor* (Anderson et Trueman, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction. Thèse de doctorat. École Nationale Vétérinaire
- White GF. *Nosema*-disease. US Department of Agriculture; 1919 :39-55. Disponible sur:<https://ia601704.us.archive.org/3/items/nosemadisease780whit/nosemadisease780whit.pdf>
- Wittner, M., Weiss, L.M., 1999. *The microsporidia and microsporidiosis*, ASM press, Washington,DC.
- Winston, M.L., 1987. *The biology of the honey Bee*. Harvard University Press, Cambridge, Mass. 281 pp.

# *Annexes*

## *Annexe 1*

**Tableau A1:** Liste de matériel et des produits chimiques utilisés.

<b>Réactif et les produits</b>	<b>Appareille</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cellule Malassez</li><li>• l'eau distillée</li><li>• éthanol</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pince</li><li>• Ciseaux à dissection droits</li><li>• Mortier et pilon</li><li>• Pipette à usage unique de 5 ml et de 10 ml</li><li>• Lames et lamelles microscopiques</li><li>• Cellule de dénombrement de Malassez</li><li>• micropipette</li><li>• Tube à centrifuger (50 ml)</li><li>• Toile de filtration en coton</li><li>• Microscope optique (x 400)</li><li>• Centrifugeuse</li><li>• Gants de laboratoire</li><li>• Lame de bistouri n18</li><li>• Balance</li><li>• biote de pétri</li><li>• La loupe</li></ul>

Un certain nombre de petits matériels appropriés a été également utilisé dans cette étude. Il s'agit de : béchers de différents volumes, burettes graduées, Erlenmeyers de 250 mL, éprouvettes graduées (10, 25, 100 mL), fioles jaugées (100, 250, 500 mL), micropipettes (100-1000  $\mu$ L et 10-100  $\mu$ L), spatule, tubes à essai stériles...etc.

## Résumé

Cette étude évalue la prévalence de la nosérose et de l'acariose dans certains ruchers d'Algérie. Les résultats montrent une répartition variable de la nosérose, avec des taux élevés d'infestation par les spores dans les échantillons de Tizi Ouzou et de Bouira (Lakhdaria) avec respectivement  $8,2 \times 10^5$  /mL et  $6,2 \times 10^5$  cellules/mL. Tandis que ceux d'Alger, Boumerdes, Béjaïa, Tlemcen, Bouira (pôle universitaire) et Laghouat sont indemnes. Les conditions climatiques, notamment l'humidité au printemps et en hiver, ainsi que les pratiques apicoles inadéquates et l'utilisation de pesticides, influencent la prolifération de Nosema. En revanche cette étude met en lumière l'absence d'acariens tels qu'*Acarapis woodi* responsable de l'acariose dans les régions étudiées.

La gestion proactive et les mesures préventives restent essentielles pour assurer la santé et la productivité des colonies d'abeilles domestiques.

**Mots-clés :** Prévalence, nosérose , acariose, infestation, Santé des abeilles.

## Summary

This study evaluates the prevalence of Nosema disease and acariosis in certain apiaries in Algeria. The results show a variable distribution of Nosema, with high infestation rates by spores in the samples from Tizi Ouzou and Bouira (Lakhdaria), with  $8.2 \times 10^5$  /mL and  $6.2 \times 10^5$  cells/mL, respectively. In contrast, the samples from Algiers, Boumerdes, Béjaïa, Tlemcen, Bouira (university campus), and Laghouat are free from infestation. Climatic conditions, particularly humidity in spring and winter, as well as inadequate beekeeping practices and pesticide use, influence the proliferation of Nosema. However, this study highlights the absence of mites such as *Acarapis woodi*, responsible for acariosis, in the studied regions. Proactive management and preventive measures remain essential to ensure the health and productivity of domestic bee colonies.

**Keywords:** Prevalence, Nosema, acariosis, infestation, bee health.

## المخلص

تُقيم هذه الدراسة مدى انتشار مرض نوزيما والأكارياس في بعض المناحل في الجزائر. تُظهر النتائج توزيعاً متبايناً لنوزيما، مع معدلات إصابة عالية بالأبواغ في العينات من تيزي وزو وبويرا (الأخضرية) بمعدلات  $8.2 \times 10^5$  /مل و  $6.2 \times 10^5$  خلية/مل على التوالي. في المقابل، العينات من الجزائر العاصمة، بومرداس، بجاية، تلمسان، بويرا (الحرم الجامعي) والأغواط خالية من الإصابة. تؤثر الظروف المناخية، ولا سيما الرطوبة في الربيع والشتاء، وكذلك الممارسات الخاطئة في تربية النحل المسؤول *Acarapis woodi* واستخدام المبيدات الحشرية، على تكاثر نوزيما. ومع ذلك، تُبرز هذه الدراسة غياب العث مثل

عن الأكارياس في المناطق المدروسة. تبقى الإدارة الاستباقية والإجراءات الوقائية ضرورية لضمان صحة وإنتاجية مستعمرات النحل المحلي.

**الانتشار، نوزيما، الأكارياس، الإصابة، صحة النحل: الكلمات المفتاحية**