

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

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département Biologie



Mémoire de fin d'études



*En vue de l'obtention du diplôme de MASTER
en Sciences biologiques
Spécialité: Biologie des populations et des organismes*

Thème

*Etude histologique de l'estomac de l'abeille domestique
Apis Mellifera de la région d'Ait Oumalou
et Sidi-Daoud*

Présenté par :
**MERCHERMEK Aldjia
KHALFOUN El Ouiza**

Devant le jury composé de :

Présidente Mme MEDJDOUB

Promotrice Mme LAKABI L.

Co-promotrice Mme CHERIFI-HABBI A.

Examinatrice Mme GUERMAH D.

MCB à UMMTO

MCA à UMMTO

MCB à UAMOB

MCB à UMMTO

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Au terme de ce modeste travail,

Nous remercions avant tout ALLAH, le tout puissant, de nous avoir gardés en bonne santé et nous avoir donné du courage, la volonté, et la patience durant toutes nos années d'études afin de mener à bien ce mémoire de fin d'études.

*À notre promotrice **LAKABI Lynda**, Maitres de conférences classe A à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, On vous remercie d'avoir accepté d'encadrer ce travail, merci pour vos conseils judicieux et vos orientations, votre correction attentive. Que ce mémoire soit le témoignage de notre sincère gratitude et de notre estime pour votre confiance et disponibilité, un immense merci !*

*A Madame notre Co-promotrice **CHERIFI-HABI Assia**, Maitres de conférences classe B à l'université de Bouira, qui nous a orientées pour réaliser ce travail, pour sa grande patience et surtout sa disponibilité et ses conseils.*

*A madame **MEDJDOUB BENSaad Ferroudja**, Professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour son accueil bienveillant au sein de son laboratoire et d'avoir accepté de lire et examiner notre travail.*

*À madame **GUERMAH Dyhia**, Maitres de conférences classe B à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, d'avoir accepté de juger ce modeste travail.*

Nos sincères remerciements vont également à toute personne qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de notre travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*À mes parents, ma vie, qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études que ce soit
moralement et financièrement.*

*A qui je dois tout ; en espérant qu'un jour je pourrais leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait
pour moi ; que dieu leurs prête bonheur et longue vie.*

Qu'ils trouvent en moi la source de leur fierté ♥

*À ma grande mère, que dieu lui prête une longue vie.
À la mémoire de mes grands-parents.*

*À ma sœur Katia, la prunelle de mes yeux, celle qui me protège tout comme une maman
envers sa fille et mon beau-frère Kamel.*

Je vous souhaite tout le bonheur du monde ♥

*À mes frères : Yacine, Salem, Rabah et Ghilles, en signe d'amour, de reconnaissance et de
gratitude pour les sacrifices dont vous avez fait toujours preuve à mon égard et votre
confiance.*

Je vous aime ♥

À qui je souhaite un avenir radieux plein de réussite ♥

À Toute ma famille, ma source d'espoir et de motivation

*À ma chère binôme El Ouiza qui m'a accompagnée tout au long de ce travail,
Merci pour ta patience et ta sympathie et un grand merci pour toute sa famille ♥*

♥À tous ceux qui me sont chers ♥

Merci à tous.

Aldjia.

Je dédie ce modeste travail :

Aux personnes les plus chers à mon cœur

Mon père et ma mère

Que le bon Dieu les protège pour nous, mes profonds remerciements pour tout ce que vous m'avez donnée, votre amour, votre éducation, votre soutien moral et matériel ainsi vos sacrifices durant toutes ces années d'études sans vous je n'aurais jamais pu en arriver là.

Je vous en serais reconnaissante toute ma vie ♥

À mes très chers frères : Ziad et Élyas et ma petite et unique adorable sœur Anaïs.

Vous êtes le plus beau cadeau de ma vie ; C'est grâce à vous que j'ai pu franchir ce trajet et accomplir ce travail.

Merci pour votre amour, vos conseils et votre soutien ♥

À mon très cher fiancé Aziz

Qui m'a soutenu quotidiennement, ta présence compte beaucoup pour moi, tu me donnes toujours la force d'avancer.

Merci d'être la personne que tu es ♥

À toute ma belle-famille ♥

À ma chère binôme Aldjia et à toute sa famille, merci pour ta patience, ta compréhension et ta gentillesse ♥

El Ouíza.

Liste des figures
Et
Tableaux

Listes des figures

Figure 01 : Historique de l'abeille.....	3
Figure 02 : Répartition originelle du genre <i>Apis</i>	4
Figure 03 : Différents stades de développement.....	6
Figure 04 : Morphologie externe de l'abeille.....	7
Figure 05 : Anatomie interne de l'abeille <i>apis mellifera</i>	8
Figure 06 : Système glandulaire de l'abeille ouvrière.....	11
Figure 07 : Coupe sagittale d'une abeille.....	12
Figure 08 : Coupe histologique de l'intestin moyen, coloration trichrome de Mallory «A» vue au microscope optique, G 400.....	12
Figure 09 : Coupe histologique transversale de l'iléon, A) coloration PAS ; B) Coloration trichrome de Mallory vue au microscope optique.....	13
Figure 10 : Coupe histologique du rectum, Coloration au trichrome de Mallory vue au Microscope optique.....	14
Figure 11 : <i>Nosema apis</i> au microscope optique.....	15
Figure 12 : <i>Acarapis woodi</i> observé avec microscope électronique.....	16
Figure 13 : Symptômes de la loque européenne sur un cadre du couvain.....	18
Figure 14 : Foyer de loque américaine détecté dans des ruchers ; entourée en rouge des larves atteintes par la loque américaine.....	19
Figure 15 : Larves atteintes de l'Ascospherose.....	20
Figure 16 : <i>Varroa destructor</i>	21
Figure 17 : Larve atteinte de virus SBV.....	22
Figure 18 : Abeille atteinte de virus DWV.....	23
Figure 19 : A : <i>Galleria mellonella</i> . B : <i>Achroea grissella</i>	23
Figure 20 : Pou <i>Braula coeca</i>	24
Figure 21 : Guêpier d'Europe.....	24
Figure 22 : Fourmis.....	25
Figure 23 : Sphinx tête de mort.....	25
Figure 24 : Stations d'échantillonnage A : Ait Oumalou; B : Sidi-Daoud.....	27
Figure 25 : Rucher Ait Oumalou.....	28
Figure 26 : Rucher de Boumerdes.....	29

Figure 27 : A: Echantillon d'abeilles adultes ; B: Echantillon de larves.....	29
Figure 28 : A: Extraction du tube digestif ; B : Etalement du tube digestif sur une cassette d'inclusion ; C : Fixation des échantillons dans le Bouin hollandaise.....	31
Figure 29 : Rinçage des échantillons.....	32
Figure 30 : Bouin Hollande.....	33
Figure 31 : Bain d'alcool et du xylène.....	34
Figure 32 : Bain de paraffine déposer dans l'étuve.....	34
Figure 33 : A : Echantillons placées dans des moules qui recevront la paraffine ; B : Blocs Formés.....	35
Figure 34 : A : Microtome ; B : Bain marie ; C : Lames résultantes.....	36
Figure 35 : Déparaffinage des lames résultantes.....	37
Figure 36 : Réhydratation, coloration, déshydratation des lames résultantes.....	38
Figure 37 : Observation des lames.....	38
Figure 38 : Abeilles noires prélevés.....	39
Figure 39 : Ouvrières d'abeilles <i>Apis Mellifera</i>	40
Figure 40 : Mâle adulte d'abeilles <i>Apis Mellifera</i>	40
Figure 41 : Larves adulte d'abeilles <i>Apis Mellifera</i>	41
Figure 42 : Tube digestif de l'ouvrière observé avec la loupe.....	42
Figure 43 : Coupe histologique de l'intestin moyen observé au microscope optique.....	43
Figure 44 : Coupe histologique de l'intestin grêle observé au microscope optique.....	44
Figure 45 : Coupe histologique des tubes Malpighi observé au microscope optique.....	45
Figure 46 : Coupe histologique du tube digestif observé au microscope optique.....	46
Figure 47 : Coupe histologique d'une larve observée au microscope optique.....	46

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les organes composés de l'intestin antérieur de l'abeille <i>Apis Mellifera</i>	9
Tableau 02 : Les organes composés de l'intestin postérieur de l'abeille <i>Apis Mellifera</i>	10

Table des matières

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....1

Chapitre 1: Généralité de l'abeille Apis Mellifera

1. Origine et l'histoire de l'abeille.....	3
2. Répartition géographique d'abeille Apis Mellifera.....	3
3. Races présentes en Algérie.....	4
4. Systématique de l'abeille.....	5
5. Différentes castes d'abeille.....	5
5.1. Reine.....	5
5.2. Faux-bourdons (male).....	5
5.3. Ouvrière.....	6
5.4. Nutrition des trois castes.....	6
6. Différentes stade de développement des castes	6
6.1. Œuf.....	6
6.2. Larve.....	7
6.3. Nymphe.....	7
7. Morphologie externe de l'abeille Apis Mellifera.....	7
7.1. Tête.....	7
7.2. Thorax.....	8
7.3. Abdomen.....	8
8. Morphologie interne de l'abeille Apis Mellifera.....	8
8.1. Système digestif	8
8.2. Appareil excréteur.....	10
8.3. Système respiratoire.....	10
8.4. Système circulatoire.....	10
8.5. Système nerveux.....	10
8.6. Système vulnérant	11

8.7. Système glandulaire.....	11
9. Histologie du système digestif de l'abeille <i>Apis Mellifera</i>	11
9.1. Intestin moyen.....	12
9.2. Iléon.....	13
9.1. Rectum.....	13

Chapitre 2 : Pathologies et prédateurs de l'abeille

1 .Différentes pathologies d'abeille.....	15
1.1. Maladies de l'abeille adulte.....	15
1.1.1. Nosébose.....	15
1.1.2. Acariose des trachées.....	16
1.1.3. La maladie noire « Le virus de paralysie chronique ».....	17
1.2. Maladies du couvain.....	17
1.2.1. Loque européenne.....	17
1.2.2. Loque américaine.....	18
1.2.3. Ascosphérose ou couvain plâtré	19
1.3. Maladies communes au couvain et aux abeilles.....	20
1.3.1. Varroase.....	20
1.3.1. Maladie du couvain sacciforme (SBV).....	21
1.3.3. Virus des ailes déformés (DWV).....	22
2. Ennemie et prédateurs des abeilles.....	23
2.1. Fausse-teigne.....	23
2.2. Pou des abeilles : <i>Braula caeca</i>	24
2.3. Guêpier d'Europe.....	24
2.4. Fourmis.....	25
2.5. Sphinx tête de mort.....	25
3. Facteurs environnementaux favorisant les pathologies.....	26
4. Règles de prophylaxie.....	26

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude.....	27
2. Description des ruchers	28
2.1. Rucher d'Ait Oumalou	28

2.2. Rucher de Sidi-Daoud	28
3. Matériels.....	29
3.1. Matériel biologique.....	29
3.2. Matériels utilisé au laboratoire.....	30
4. Méthodes.....	30
4.1. Echantillonnage.....	30
4.2. Opérations effectuées pour l'extraction de tube digestif.....	30
4.3. Rinçage et conservation.....	31
4.4. Etude histologique.....	32
4.4.1. Fixation des échantillons.....	32
4.4.2. Déshydratation et éclaircissement	33
4.4.3. Imprégnation.....	34
4.4.4. Inclusion.....	35
4.4.5. Confection des coupes et collage.....	35
4.4.6. Déparaffinage et réhydratation.....	36
4.4.7. Coloration.....	37
4.4.8. Déshydratation et montage.....	37
4.4.9. Observation des lames.....	38

Chapitre 4 : Résultat et discussion

1. Echantillonnage des abeilles.....	39
2. Différentes castes obtenues lors de l'échantillonnage.....	39
3. Morphologie de système digestif de l'ouvrière d'abeille <i>Apis mellifera</i>	41
4. Histologie de système digestif de l'ouvrière d'abeille <i>Apis mellifera</i>	42
4.1. Intestin Moyen.....	43
4.2. Tube de Malpighi	43
4.3. Intestin grêle	44
5. Histologie de système digestif de faux-bourdon d'abeille <i>Apis mellifera</i>	45
6. Histologie des larves d'abeille <i>Apis mellifera</i>	46
7. Discussion.....	47
Conclusion.....	49
Références bibliographiques.....	50

Introduction

Selon Einstein, si les abeilles venaient de disparaître, l'humanité n'aurait plus que quatre ans devant elle, ce que signifie qu'il témoigne tout à fait sur le rôle que joue l'abeille dans l'équilibre du monde vivant et son importance dont l'humain ne peut pas s'en passer

L'abeille est apparue il y a 45 millions d'années bien avant l'apparition de l'espèce humaine, et vit jusqu'à ce jour malgré que le climat a évolué et que la flore a été modifiée alors que d'autres ont disparus avec l'apparition de nouvelles espèces (Winston, 1993).

L'abeille est fréquemment utilisée comme un symbole d'équilibre de la nature, car ces insectes sont les pollinisateurs de plusieurs espèces végétales les plus diversifiées qui aident en retour à la multiplication du monde végétal qui la nourrit et ne détruit rien autour d'elle, l'abeille soutient donc l'agriculture et joue un rôle dans le développement rural et la biodiversité végétale (Weissenberger, 2014). Sans doute aussi parce que l'abeille vit en société organisée, l'homme est fasciné par ce petit animal qui semble avoir une prise réelle sur son destin (Allen-Wardell et al., 1998 ; Michener, 2000).

Aujourd'hui, parmi les 30 000 espèces d'abeilles présentes dans le monde, l'abeille domestique *Apis mellifera* est la plus courante et la mieux connue (Mollier et al., 2009) du fait de ses grandes potentialités de la production du miel, de la gelée royale et de la cire ainsi que sa capacité de récolter du pollen et de la propolis (Crane 1976,1990; Le conte et Navajas, 2008). Cette espèce, aussi connue sous le nom d'abeille domestique ou mellifera, est domestiquée par l'Homme ce qui a permis l'apparition de l'activité apicole ou l'apiculture depuis environ 7000 ans (Crane, 1990 ; Badren, 2016).

Malgré la résistance immunitaire développée des abeilles, elles n'échappent pas aux maladies qui affaiblissent les colonies qui a été identifiée comme un problème majeur au début des années 90 en conduisant à une forte augmentation des taux de mortalité de l'abeilles à l'échelle mondiale et bien sûr à une «crise de la pollinisation» (Abrol, 2012). Parmi les causes de ce déclin, on retrouve le réchauffement climatique, la perte d'habitat (Le Conte et Navajas, 2008), les pesticides (Bogdanov, 2006 ; Bhauzat et al. 2009) ainsi que les agents pathogènes (Imdorf et al., 2003 ; Neumann et Carreck, 2010, Maggi et al., 2016).

L'abeille mellifera vit au sein d'une colonie constituées d'environ dix à quatre-vingt mille individus, qui comprend trois castes (Ravazzi, 2003) : la reine, la seule qui assure la reproduction, les faux-bourçons fécondent la reine et enfin les ouvrières organisées selon leurs fonctions et leurs âges (Demil et *al.*, 2015).

Le tube digestif de l'abeille *Apis mellifera* est un des organes les plus touchés par ces pathologies, il est constitué par l'œsophage, jabot, pro ventricule, ventricule, les tubes Malpighi, le Pylore, l'Intestin grêle, le rectum et le dard.

Pour cette raison, l'objectif de notre étude est de déterminer les différentes parties morphologiques et les structures histologiques du système digestif de l'abeille domestique *Apis mellifera* au niveau de deux stations (Ait Oumalou et Sidi Daoud) dans la wilaya de Tizi Ouzou ainsi que leurs contaminations.

Notre document se divise en quatre chapitres: le premier chapitre, comporte les généralités de l'abeille *Apis Mellifera*., dans le deuxième chapitre, nous nous sommes intéressées à traiter les différentes pathologies et les prédateurs qui touche l'abeille, le troisième et le quatrième chapitre, sont réservés à la méthodologie de travail et aux résultats histologiques du système digestif obtenus. Le document est clôturé par une conclusion et quelques perspectives de recherches pour des travaux futurs.

Chapitre I

Généralités sur l'abeille Apis mellifera

L'abeille domestique *Apis mellifera* est un insecte social qui vit uniquement en colonie, de la famille des Apidés évolué durant tout le développement de l'espèce humaine; c'est l'une des abeilles élevées à grand échelle en apiculture pour produire du miel ainsi que pour la pollinisation (Vaissiere, 2006).

1. L'origine et l'histoire de l'abeille

L'abeille est un insecte qui est en constante évolution depuis sa première apparition sur terre à la période du crétacé (Grimaldi, 1999) ; il y a environ 100 millions d'années (fig.1) (michener, 1974), en même temps que les plantes à fleurs (les angiospermes) qui produisent du nectar et du pollen. Raven et Axelord (1974) rajoutent en même temps que cette ancienne race provient de l'intérieur du xérique du paléocontinent Gondwana, de ce fait il semblerait que l'abeille est apparue beaucoup plutôt.

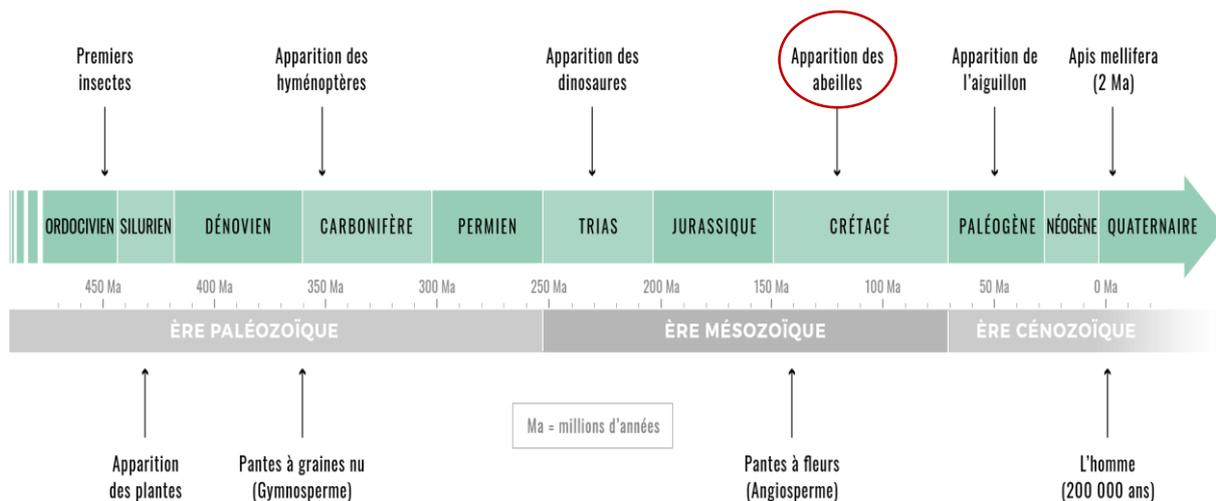


Figure 01 : Historique de l'abeille (Anonyme, 2020).

2. Répartition géographique d'abeille *Apis mellifera*

Apis mellifera occupe une aire géographique naturellement large (fig.02) et montre une variabilité morphologique génétique très structurée par sa grande capacité d'adaptation aux différents climats et flores rencontrées dans les régions tropicales de l'Eurasie et l'Afrique. Elle présente une aire de répartition qui s'étende jusqu'à l'Afrique sub-saharienne, le Nord de l'Europe et Moyen-Orient; cependant, suite aux importations dues aux migrations humaines cette race géographique est actuellement présente dans le monde entiers (Bertrand, 2013).



Figure 02 : Répartition originelle du genre *Apis mellifera* (Guerriat, 2017).

3. Races présentes en Algérie

L'élevage des abeilles est répandu dans l'ensemble des zones agro écologiques et s'insère harmonieusement dans les systèmes de production arboricoles des zones de montagnes, des oasis et les plaines. L'apiculture algérienne est constituée de deux races : *Apis mellifica intermissa* et *Apis mellifica sahariensis* (Hacene, 2017).

3.1. *A. mellifica intermissa*

Apis mellifica intermissa, également appelée abeille noire du tell ou abeille tellienne, qui se définit comme race dominante en Algérie (Buttel-Reepen, 1906). Cette grande race noire est agressive, nerveuse, mais aussi très féconde et très bonne récolteuse du pollen et de la propolis et se défend assez bien contre ses prédateurs naturels (Louveaux, 1985).

3.2. *A. mellifica sahariensis*

Apis mellifica sahariensis, encore appelée « abeille saharienne », est un hyménoptère qui vit dans le sud-ouest algérien, plus particulièrement dans les monts des ksour à Ain Sefra, Mechria, Bechar et Beni Ounif. Cet insecte est de couleur qui varie du jaune cuivre au brun foncé, il est productif, résistant aux maladies et aux prédateurs et se caractérise par sa forte agressivité au moment de l'essaimage (Louveaux, 1985).

4. Systématique de l'abeille

Selon Le conte (2002), Michener (2007), l'abeille domestique *Apis mellifera* appartient à la classification suivante :

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Ordre	Hyménoptera
Famille	Apidea
Super-famille	Apoidea
Classe	Insecta
Genre	<i>Apis</i>
Espèce	<i>Apis Mellifera</i>

5. Castes d'abeilles

Les trois castes qui structurent la société des abeilles est composées d'environ 20 000 à 100 000 individus dont chacun assurent une tache particulière ou aucun individus ne peut vivre seul sans la colonie entière car ce sont des insectes eu-sociaux qui comprennent : une seule reine, entourée de dizaines de milliers d'ouvrières auxquelles s'ajoutent à la belle saison quelques centaines ou milliers de faux-bourçons (Clément, 2009).

5.1. Reine

Les apiculteurs attachent une grande importance à la présence d'une seule reine qui est la mère de toute une famille. Son rôle principal est la ponte d'environ 2000 œufs par jour durant toute sa vie qui s'entend de 4 à 5 ans (Waring, 2014). On peut la reconnaître parmi les autres par sa taille remarquable, un corps longiligne avec un thorax et un abdomen bien développer et volumineux (Collins et Pettits, 2013).

5.2. Faux-bourçons

Les faux-bourçons se sont les mâles de la colonie, leur nombre varie de 0 à 6000 selon la période de l'année. Ils ont principalement une fonction de reproduction pour assurer la fécondation de la reine et sont reconnaissables par leurs deux gros yeux puis par son extrémité carrée de son abdomen (Libis, 1971).

5.3. Ouvrières

Les ouvrières sont des femelles incomplètes, qui forment la caste la plus nombreuses de la colonie, environ 50 000 individus par ruche, et vivent entre 4 à 6 ans. Elles remplissent toutes les tâches domestiques, telles que : le nettoyage de la ruche et sa défense, ainsi que de rapporter le pollen qui sert à nourrir les larves. On peut la reconnaître par sa tête triangulaire, son abdomen ovale et allongé (Ravazzi, 2007).

5.4. Nutrition des trois castes

Les abeilles sont végétariennes avec une alimentation composée de miel, de pollen et de nectar qu'elles recueillissent dans la nature sur de grande variété de plantes, ainsi que la gelée royale et l'eau, qui varient avec l'âge et le stade de développement de l'abeille (Belaid et Bensalem, 2019).

6. Différents stades de développement des castes

Les abeilles sont des insectes holométaboles, avec un état larvaire complètement différent de celui de l'adulte. Au cours de son développement, l'abeille passe par une série de phases successives (fig.3) dont la durée diffère selon l'individu (Biri, 2011).



Figure 03 : Différents stades de développement (Roux, 2015).

6.1. Œuf

Ce stade dure 3 jours chez les trois castes, cet œuf (fig.3) est un bâtonnet blanc déposé verticalement dans l'alvéole, translucide, ovale possédant une extrémité plus pointue. Après 3 jours d'incubation une petite larve éclot de l'œuf (Biri, 2011).

6.2. Larve

Le stade larvaire dure 5 jours chez les ouvrières, les faux-bourçons ; et 8 jours chez la reine. Elle est couchée au fond de l'alvéole et ressemble à un ver annelé à peine incurvé, sans pattes ni yeux; la larve prend du poids et s'enroule autour d'elle pour passer au stade nymphal (fig.3) (Clémence, 2017).

6.3. Nymphe

La durée de développement de la nymphe est différente chez les trois castes, elle est de 13 jours chez l'ouvrière, 4 jours chez la reine et 16 jours chez le faux bourdon. L'adulte qui s'est formé à l'intérieur de la cellule fait sauter l'opercule ; puis son corps prend une nouvelle forme (tête, thorax et abdomen) (fig.3) (Biri, 2011).

7. Morphologie externe de l'abeille *Apis mellifera*

Le corps des abeilles, comme le corps de tous les insectes, se divise en trois régions principales : la tête, le thorax et l'abdomen (fig.4) (Biri, 2010).

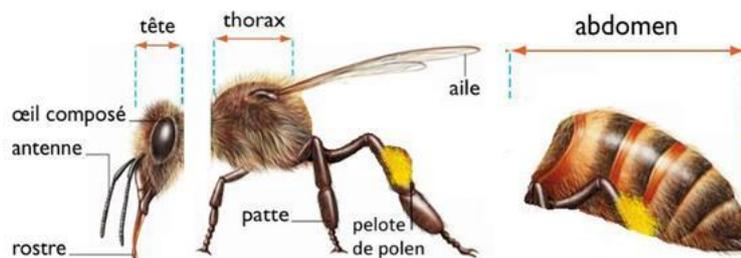


Figure 04 : Morphologie externe de l'abeille (Anonyme, 2023).

7.1. Tête

La tête se compose de deux sortes d'yeux : 3 simples de petites tailles et de 2 composés de grandes de tailles (Girdwoyn, 1876). Il est constitué également de deux antennes insérées sur le front ainsi qu'un appareil buccal constitué par : la lèvre supérieure, les mandibules et la lèvre inférieure (fig.4) (Girdwoyn, 1876 ; Chauvin Remi, 1999).

7.2. Thorax

Le thorax est la partie centrale du corps de l'abeille qui assure sa locomotion par ses trois paires de pattes, portées sur sa partie ventrale de couleur marron clair et par ses ailes (fig.4) (Biri, 1989).

7.3. Abdomen

La dernière partie du corps (fig.4), l'abdomen est généralement poilu et contient des organes internes, des glandes cirières et le dard. Il est constitué de 10 segments reliés entre eux par une membrane inter segmentaire (Biri, 1989).

8. Morphologie interne de l'abeille *Apis mellifera*

Généralement, à l'intérieure de l'abeille on trouve sept systèmes : digestifs, excréteur et glandulaire, respiratoire, circulatoire, nerveux et vulnérant (fig.5).

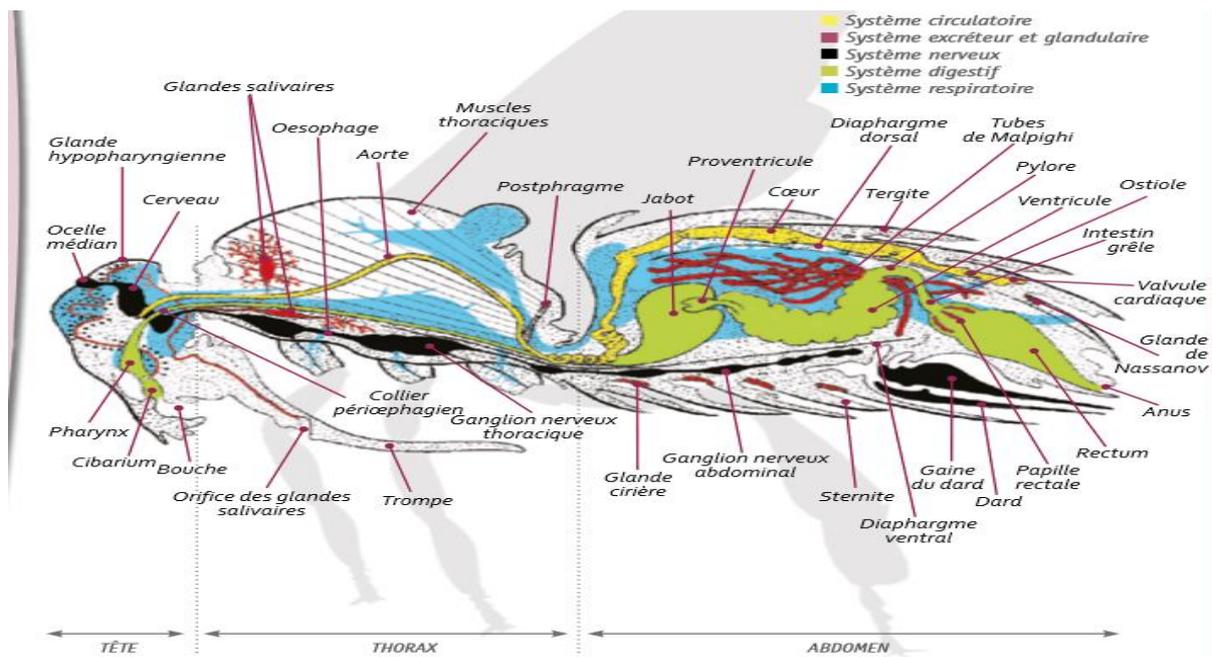


Figure 05: Anatomie interne de l'abeille *Apis mellifera* (Fayet, 2016).

8.1. Système digestif

Le système digestif est un système composé par l'association de différents organes déployés le long d'un tube qui va de la bouche à l'anus, jouant un rôle dans l'assimilation des aliments. Il comprend trois parties: l'intestin antérieur, l'intestin moyen et l'intestin postérieur (fig.5) (Winston, 1991).

8.1.1. Intestin antérieur

Chez toutes les abeilles, l'intestin antérieur d'origine ectodermique, permet d'absorber de la nourriture liquide, de la stocker, de la transformer et enfin de la régurgiter. Il est subdivisé en quatre parties: pharynx, œsophage, jabot, pro ventricule (tab.1) (Winston, 1991).

Tableau 01 : Organes composant l'intestin antérieur de l'abeille *Apis mellifera*

Organes	Définitions
Pharynx	Est le début de l'intestin antérieur, de forme d'un entonnoir, il fonctionne comme une pompe aspirante, ce qui facilite la succion des liquides, et leur progression de vers l'œsophage.
Œsophage	Est un long tube, qui s'étire de la bouche jusqu'à sa dilatation au niveau de l'abdomen pour former le jabot.
Jabot	Est une sorte de sac extensible qui présente l'estomac à miel, et peut contenir de 50 à 70 μ l, il joue un grand rôle lors de l'essaimage.
Pro ventricule	Il se trouve à l'extrémité du jabot qui fait office de soupape empêchant le nectar de passer dans l'intestin moyen

8.1.2. Intestin moyen

L'intestin moyen est l'estomac de l'abeille, où se passe la digestion et l'absorption. Il permet le transfert des éléments nutritifs vers l'hémolymphe d'où ils seront transportés vers les différents organes (Dade, 1977).

8.1.3. Intestin postérieur

L'intestin postérieur (d'origine ectodermique), est la dernière portion de l'appareil digestif. Il se compose d'un intestin grêle souple et court et du gros intestin beaucoup plus développé. Il est généralement différencié en trois régions : pylore, iléon et rectum (Tableau 02) (Dade, 1977 ; Winston, 1991).

Tableau 02 : Organes composant l'intestin postérieur de l'abeille *Apis Mellifera*

Organes	Définitions
Pylore	Est la zone qui s'ouvre par une simple valve appelée : La valve pylorique.
Iléon	Est un tube étroit situé entre le pylore et le rectum, appelée côlon.
Rectum	Est un sac élargi qui permet de stocker les excréments de l'abeille, ce qui lui permet de se dilater de manière importante et occupe presque tout l'abdomen.

8.2. Appareil excréteur

Au niveau de la jonction du ventricule et de l'intestin postérieur, s'ouvrent environ 200 tubes de Malpighi qui représentent l'appareil excréteur, rattachés à l'appareil digestif mais dont les fonctions sont excrétoires. Ils assurent la fonction de reins en débarrassant l'hémolymphe des déchets métaboliques dans l'intestin grêle puis évacué dans le rectum (Dade, 1977; Winston, 1991).

8.3. Système respiratoire

Pour la combustion des aliments, il faut un minimum d'oxygène assuré par le système respiratoire. Ce système ne dispose pas de poumons, plutôt il s'assure par les muscles de l'abdomen qui provoquent un mouvement des segments, ce qui lui permet d'amener l'oxygène à tous les organes et d'éliminer le gaz carbonique produit par les organes (fig.5) (Klowden, 2013).

8.4. Système circulatoire

L'abeille *Apis mellifera* à un système circulatoire simplifié, différent de celui d'un vertébré, il ne se constitue ni de veines ni d'artères. Ce système ouvert se caractérise par un cœur et d'hémolymphe (fig.5) (Dade, 1977).

8.5. Système nerveux

Le système nerveux est constitué d'abord d'un cerveau qui est le siège du système nerveux central, ainsi que des ramifications existantes dans le thorax et dans l'abdomen, et un détachement d'une chaîne nerveuse des ganglions qui innervent les pattes, ailes, appendices génitaux, et cœur,...etc (fig.5) (Quendolo, 2016).

8.6. Système vulnérant

L'appareil vulnérant est un système de défense, présent uniquement chez les deux castes femelles (reine et ouvrière) ; il se compose par un appareil glandulaire ; un appareil moteur et un dard (fig.5) (Fayet, 2016).

8.7. Système glandulaire

Selon Quendolo (2016), les abeilles sont pourvues d'une multitude de glandes (fig.6) qui exercent des fonctions extrêmement différentes les unes des autres, selon les différents stades de la vie de l'abeille et son rôle dans la ruche (Prost, 2005).

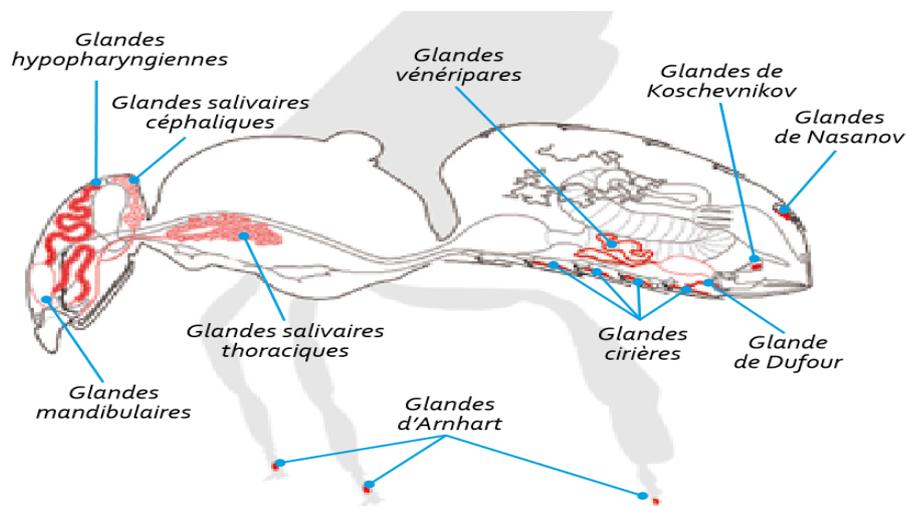


Figure 06: Système glandulaire de l'abeille ouvrière (Fayet, 2017).

9. Histologie du système digestif de l'abeille *Apis mellifera*

La construction du corps des abeilles est faite d'une façon à faciliter leur travail de récolte de miel; c'est pour cela qu'elles ont un organe complexe appelé: système digestif qui se compose de 3 parties : l'intestin antérieur, l'intestin moyen et l'intestin postérieur. Ces organes sont composés d'une variété de cellules et de tissus qui travaillent ensemble pour décomposer les aliments et absorber les nutriments (fig.7) (Winston, 1991).

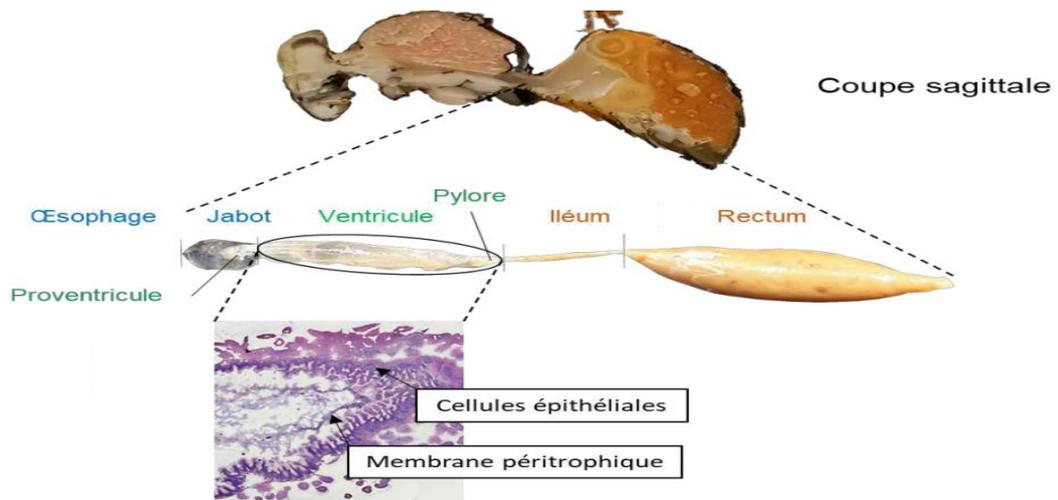


Figure 07: Coupe sagittale d'une abeille (Houdelet, 2020).

9.1. Intestin moyen

Selon Ceylan *et al.* (2019), l'examen macroscopique a montré que l'intestin moyen (Fig.08«A») se situe dans la partie antérieure et dorsale de l'abdomen avec une structure sous forme de U, de couleur allant du jaunâtre pâle brun à brun foncé selon le contenu; ainsi que de tubes Malpighi blanchâtres ou jaunâtres mêlés tout autour de cet intestin, puis se vidant dans le tractus à la jonction ventricule et iléon.

L'épithélium de l'intestin moyen contient des cellules épithéliales cylindriques (flèche bleue), cellules basales (flèche rouge) et couche musculaire (flèche noire) (Fig.08«B»).

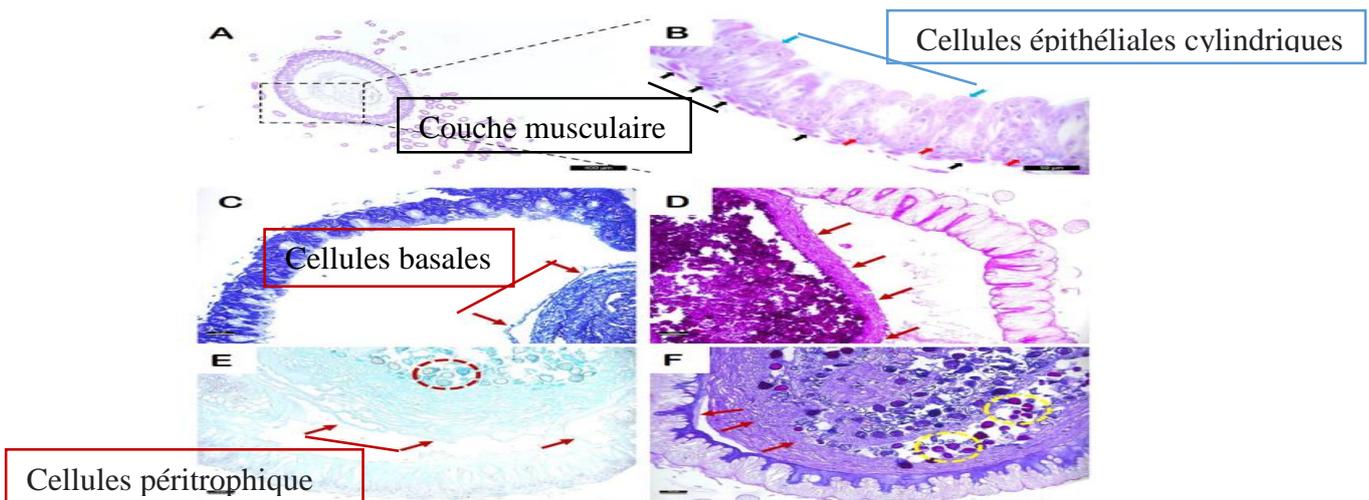


Figure 08 : Coupe histologique de l'intestin moyen, coloration trichrome de Mallory «A» vue au microscope optique, G 400 (Ceylan *et al.*, 2019). D) Forte réaction dans la membrane pérित्रophique (flèche rouge) et cellules épithéliales ; F) Membrane pérित्रophique (flèche rouge), contenu entouré de membrane pérित्रophique dans la lumière (cercle jaune).

9.2. Iléon

Macroscopiquement, l'iléon est une longue tubulure qui structure entre le ventricule et le rectum ; qui ne présente aucune spécialisation anatomique précise. Cette structure est entourée de plusieurs couches musculaires de 4 à 6 plis, entourant une rangée de couches d'épithélium constituée de différents types de cellules dont la forme varie de cubique à colonnaire, avec un noyau basale (fig.09) (Ceylan et *al.*, 2019)

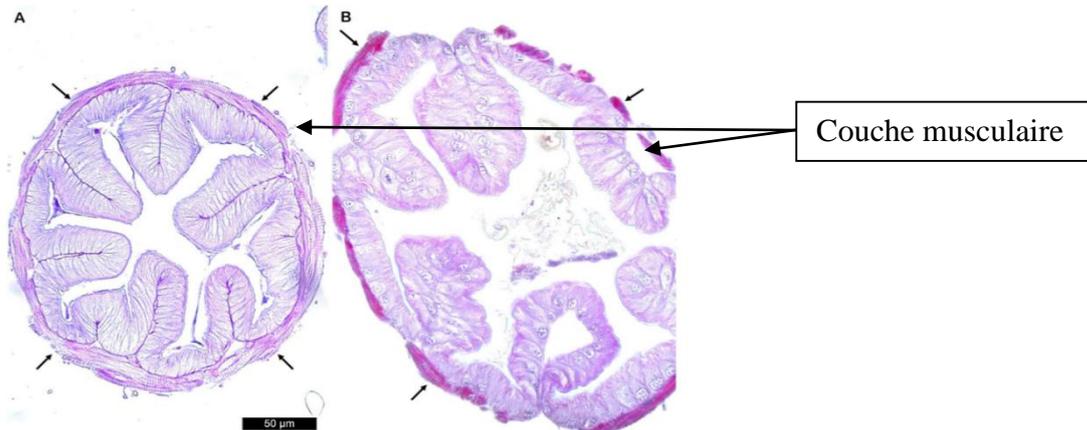


Figure 09: Coupe histologique transversale de l'iléon, **A)** coloration PAS ; **B)** Coloration trichrome de Mallory vue au microscope optique (Ceylan et *al.*, 2019).

9.3. Rectum

Le rectum a une structure plus large que l'iléon, de nature flexible à fin de s'étendre en raison de l'augmentation du contenu. Il contient 6 longs papilles rectales creuse dans la région médio-antérieure du rectum, ainsi qu'il est entouré de muscles circulaires. Il est constitué d'un épithélium pavimenteux simple tapissant les plis muqueux du rectum, bien que les doublures sont pliées (fig.10) (Ceylan et *al.*, 2019).

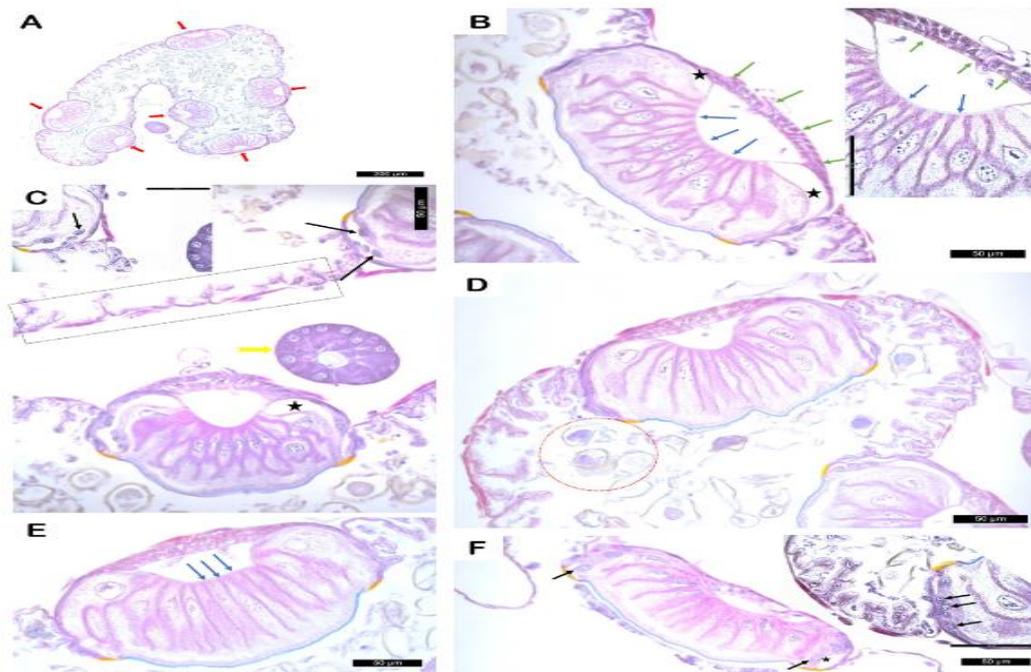


Figure 10 : Coupe histologique du rectum, Coloration au trichrome de Mallory vue au Microscope optique (Ceylan et *al.*, 2019).

A) Coussinets rectaux (flèche rouge) ;B) Cellules basales (flèche verte). La lumière (étoile noire) séparant les cellules basales et principales (flèches bleues); C) Épithélium pavimenteux du rectum (rectangle noir). Cellules de jonction (flèche noire). (Flèche jaune), lumen (étoile noire) ; D) Le contenu du rectum entouré de membrane péritrophique (cercle rouge). E) Cellules principales atteignant la lumière (flèche bleue) ; F) Cellules de jonction (flèche noire), et la lumière (étoile noire).

Chapitre II

Pathologies et prédateurs de l'abeille

A l'instar de tous les animaux et de l'homme, les abeilles sont victimes de diverses maladies dues à des bactéries, des virus et des parasites qui sont parfois très dangereux pour l'existence de la colonie et leurs santé, elles sont aussi menacées par des ennemis et des prédateurs mais certaines populations sont plus résistantes que d'autres (Ravazzi, 2007).

1. Différentes pathologies de l'abeille

La santé de l'abeille est menacée par plusieurs maladies et peuvent être à l'origine de la destruction de leurs colonies dans le monde entier en touchant soit les adultes soit le couvain ou les deux à la fois. Depuis trente ans, les apiculteurs constatent une recrudescence de ces maladies qu'ils ont de plus en plus de mal à soigner, même lorsqu'il existe des traitements adaptés (Lanio, 2015).

1.1. Maladies de l'abeille adulte

Les maladies qui affectent les abeilles adultes sont les plus difficiles à détecter car les individus atteints meurent la plus part du temps loin de leurs colonies. Ces maladies se propagent par contacts entre abeilles adultes et qui pourraient être résumés comme suit : la Nosérose, l'acariose des trachées et la maladie noire.

1.1.1. Nosérose

La nosérose, aussi appelée le tueur silencieux (Yamina, 2018), est une des premières maladies des abeilles adultes qui infecte l'épithélium de la paroi du mesenteron de tube digestif de l'ouvrière, elle est très répandue à la sortie de l'hiver, pendant le printemps, l'automne et vers la fin de l'été (Bailey et Ball, 1991). Depuis 2006 on sait que l'agent causal de la nosérose chez l'abeille *Apis mellifera* est *Nosema apis* (fig.11), ce micro-organisme unicellulaire appauvrit l'hémolymphe par la destruction protéique et mène à la sécrétion de gelée royale de moindre qualité (Christophe et Hostis, 2017).

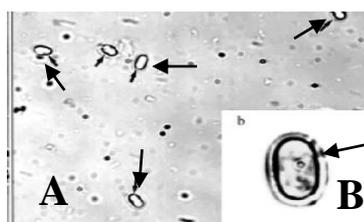


Figure 11: *Nosema apis* (flèches noires) au microscope optique ($\times 400$ «A» et $\times 1000$ «B») (Giles, 2008)

Les symptômes de la nosérose selon Vaillant (1981) et Adam (2012) sont :

- Des excréments claires à foncés sur la façade de la ruche ;
- L'intestin de l'abeille dans le cas de nosérose, présente un aspect anormal blanchâtre et devient très clair, alors qu'il est foncé chez l'abeille saine ;
- Arrêt de la ponte chez la reine infestée.

Après plusieurs luttes contre la nosérose, le seul médicament connu qui a donné des résultats satisfaisants c'est la Fumagilline-B, une substance à base de mercure qui inhibe juste l'activité du parasite (Philippe, 2007).

1.1.2. Acariose des trachées

L'acariose des trachées, aussi appelée maladie de «l'île de Wight» est une maladie parasitaire contagieuse de l'appareil respiratoire des trois castes de l'abeille adulte qui se propage par contact direct. Elle est causée par un acarien microscopique *Acarapis woodi* (fig.12) appelé acarien trachéal qui pénètre dans les trachées des abeilles et qui s'y multiplie et se nourrit de l'hémolymphe (Rennie, 1921).

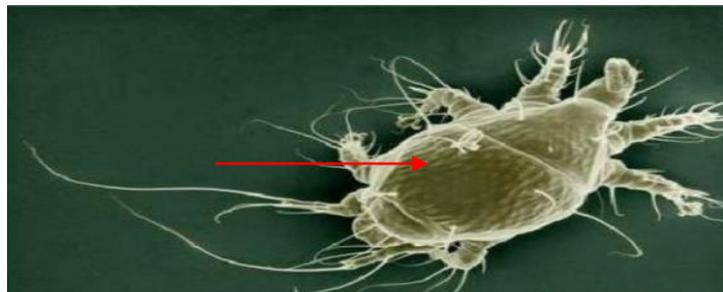


Figure 12: *Acarapis woodi* (flèches rouges) observé avec microscope électronique (Delfinado et Baker, 1982).

D'après Fernandez et Coineau (2007), on distingue les colonies atteintes d'une acariose par des symptômes suivants :

- Les abeilles deviennent rampantes et incapables de voler ;
- Les abeilles tombent devant les ruches, à demi-paralysées (affaiblies) ;
- Les abeilles atteintes présentent des ailes écartées en position asymétrique ;
- Peu de production de couvain pendant le printemps.

Au niveau de la lutte contre l'acariose, il n'existe pas de traitement qui est efficace 100%, mais rien n'empêche plusieurs produits permettent de la traiter: le menthol, le thymol et l'acide formique ainsi que plusieurs types de produits chimique (Dawicke et *al.*, 1992).

1.1.3. Maladie noire « Le virus de paralysie chronique »

La maladie noire aussi appelée « mal de mai » ou « Mal des forêts » est une maladie infectieuse, contagieuse (Barbançon, 2003), causé par un virus appelé virus de la paralysie chronique des abeilles (CBPV: Chronic Bee Paralysis Virus), elle infecte le tissu nerveux et l'intestin où elle se multiplie (Hummel et Feltin., 2014).

D'après Fernandez et Coineau (2007), les symptômes sont les suivants:

- Les abeilles atteintes sont entassées à l'intérieure de la ruche avec un abdomen gonflée ;
- Des ailes disloquées, sans poils, d'une couleur foncée qui semblent grasses ou brillantes ;
- Les abeilles atteintes tombent à quelques mètres de la ruche, tremblantes et ne peuvent regagner leur colonie : les colonies se vident alors de leurs butineuses.

Binon et Diel (2006) rapportent qu'il n'existe aucun traitement médicamenteux qui est capable d'agir contre CBPV et que meilleur remède consiste en la désinfection méthodique du matériel apicole.

1.2. Maladies du couvain

Tous comme les abeilles adultes, de nombreuses maladies peuvent atteindre le couvain qui va être entraînés par des hivers longs par exemple ou par des agents pathogènes (Bacher et Merle, 2016). Parmi ces maladies, les plus fréquemment rencontrées c'est : la loque européenne, loque américaine et l'Ascosphérose ou couvain plâtré.

1.2.1. Loque européenne

La loque européenne est une maladie infectieuse et contagieuse qui s'attaque aux couvains d'abeille de moins de cinq jours (Alippi, 1999). Son principal agent causal est une bactérie qui s'appelle : *Melissococcus pluton*, cette dernière permet l'apparition d'autres germes qui se développent secondairement à la loque (Bailey, 1963; Bailey et Collins, 1982; Alippi, 1991).

Cette maladie affecte les larves avant l'operculation et les formes encapsulées de sa bactérie causale sont ingérées par les jeunes larves avec la nourriture puis se développent dans l'intestin moyen sous leur forme végétative et s'y multiplient en masse. En second lieu les germes secondaires apparus pénètrent dans la larve et la détruisent. Les larves âgées de plus de 2 jours sont difficilement contaminables et les abeilles adultes sont résistantes (Bailey et Ball, 1991).

D'après Charrière et *al.* (2012) ; Ballis, (2014) les symptômes sont les suivants :

- Odeur souvent acidulée, parfois de matières fécales ;
- Désorganisation et affaiblissement de colonies;
- Larves affaissées jaune puis gris puis brunes (fig.13).

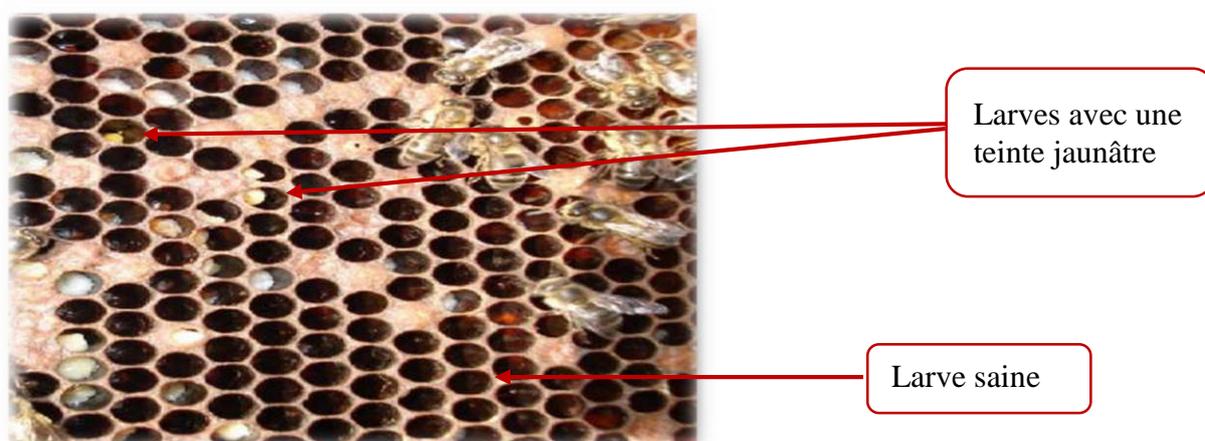


Figure 13: Symptômes de la loque européenne sur un cadre du couvain (Adjlane, 2018).

Le traitement de cette maladie consiste en un apport alimentaire important pour bloquer la ponte afin de permettre aux abeilles de pratiquer un nettoyage poussé, ou utiliser des antibiotiques sinon il faut brûler les ruches lors d'une forte infestation (Naquet, 2009).

1.2.2. Loque américaine

La loque américaine, appelé aussi loque maligne est une maladie infectieuse du couvain operculé de l'abeille domestique *A.mellifera* qui est extrêmement contagieuse (Nguyen et *al.*, 2009). Elle est causée par la bactérie *Bacillus larvae* qui possède la particularité d'avoir des spores très résistantes aux conditions extrêmes (survivre pendant des années) (Ravazzi, 2007). Les larves d'abeilles ingère ces spores avec la nourriture qui vont germer à nouveau en bactéries une fois dans le tube digestif et traverser la paroi intestinale pour se nourrir de l'hémolymphe et

se multiplier. Ce qui conduit inévitablement à la mort de la larve, les bactéries vont alors se sporuler de nouveau pour pouvoir survivre (Adam, 2012).

Les symptômes de cette pathologie (Fernandez et Coineau, 2007 et Ballis, 2014) sont :

- La colonie à un aspect tacheté dû à des alvéoles vides ;
- Couvain en mosaïque ;
- Les larves et nymphes infectées se dénaturent avec les bactéries et forment un produit élastique qui s'étire lorsqu'on introduit un petit cure-dents (Fig.14).



Figure 14 : Un foyer de loque américaine détecté dans des ruchers ; entourée en rouge des larves atteintes par la loque américaine (Chahbar, 2017).

Dans la plus part des pays, cette maladie est traitée par une antibiothérapie. Toutefois quand les colonies sont très infestées seront obligatoirement détruites par le feu (Miyagi et *al.*, 1999).

1.2.3. Ascosphérose ou couvain plâtré

Couvain plâtré appelée aussi «couvain calcifié ou plâtré», et une maladie peu grave mais contagieuse du couvain fermé fréquemment rencontrée au printemps, dont l'incidence augmente ces dernières années. Cette maladie est due au champignon *Ascospheara apis* (Spiltoir, 1955). Les larves ingèrent les spores du champignon à l'âge de 3 à 4 jours avec la nourriture. Une fois parvenues dans l'intestin, elles se développent dans leurs tube digestif et donnent naissance à un mycélium qui traverse d'abord la paroi intestinale, puis envahit tous les tissus de l'insecte en formation et passe finalement à travers la cuticule et finit par transpercer les larves (fig.15) (Guilliford, 1994).



Figure 15: Larves atteintes de l'Ascospherose : entourée en rouge (Fernandez et Coinneau, 2007).

Parmi les symptômes typiques de la pathologie, on observe:

- Des larves momifiées, dures et blanches devant la ruche ou sur la planche d'envol (Thurber, 1979) ;
- Couvain operculé en mosaïque (Ballis, 2016) ;
- Colonies faibles, plus ou moins dépeuplées (Ballis, 2016).

D'après Taber (1986), il n'y a aucun traitement efficace pour lutter contre l'ascosphérose. Toutefois l'apiculteur peut désinfecter les plateaux à la sortie de l'hiver et éviter les endroits humides et dépourvus de soleil (Brabançon, 2003).

1.3. Maladies communes au couvain et aux abeilles adultes

1.3.1. Varroase

La varroase est une parasitose dangereuse qui affecte les abeilles et leurs couvains, causée par l'acarien nommé *Varroa destructor* (fig.16) (Naquet, 2011). Ce dernier se nourrit de l'hémolymphe des abeilles ainsi que le tissu adipeux et peut leur transmettre des virus et d'autres maladies qui affaiblissent leur système immunitaire et les rendent plus sensibles (Hummel et Felton, 2014).



Figure 16: *Varroa destructor* (Blickwinkel, 2008).

Selon Barbançon (2003) et Charriere *et al.* (2012) et, la présence de varroas est détectable à partir de plusieurs symptômes :

- Présence des abeilles trainantes et mortes et d'ouvrières avec des ailes déformées ;
- Larves et nymphes sorties devant la colonie ;
- Réduction de la taille ;
- Problème de stockage de pollen.

Adjlane *et al.* (2018) trouve que la période d'été est la plus fiable pour traiter et éliminer le maximum de *Varroa* car le couvain d'abeille est diminuer, c'est pour cela que les apiculteurs disposent de nombreux moyens de lutte chimiques, biotechniques et naturelles.

1.3.2. Couvain sacciforme (SBV)

Le couvain sacciforme est une maladie contagieuse et infectieuse, elle contamine les larves ainsi que les ouvrières qui nettoient les cellules. Elle est due à un virus nommé *Sacbrood bee virus* (SBV) appelé également loque sèche qui se multiplie dans les glandes hyopharyngiennes des abeilles. Elle touche en particulier, le couvain operculé en entraînant des mortalités de nymphe, contrairement aux adultes qui ne sont pas malades mais portent et transmettent le virus (porteurs sains) ce qui assure la pérennité du virus (Bailey, 1969).

Lafon (2022), affirme que les symptômes de cette maladie sont :

- Couvain en mosaïque ;
- Opercules affaissés et percés ;
- Pré-nymphe jaune à brun pâle dont la tête est orientée vers l'ouverture et dont le corps forme une outre remplie de liquide facilement extractible (fig.17).



Figure 17: Larve atteinte de virus SBV (Faucon, 1992).

La maladie du couvain sacciforme, n'a aucun traitement et le plus souvent disparaît naturellement durant le miellé sans aucun appui (Barbançon, 2003).

1.3.3. Virus des ailes déformés (DWV)

La maladie des ailes déformé c'est une maladie contagieuse de l'abeille *Apis Mellifera* due à un virus très répandu dans les colonies nommé virus des ailes déformés (DWV), qui est vraiment dangereux, car il se maintient dans les colonies sans signe clinique et se transmet via la nourriture (Barbançon, 2003). Elle provoque des malformations morphologiques au niveau des ailes qui empêchent l'abeille de voler (fig.18) (Chen et *al.*, 2004), comme il peut être détecté dans toutes les parties du corps de l'abeille : abdomen raccourci et parfois des anomalies de coloration du corps (Giraud, 2013).

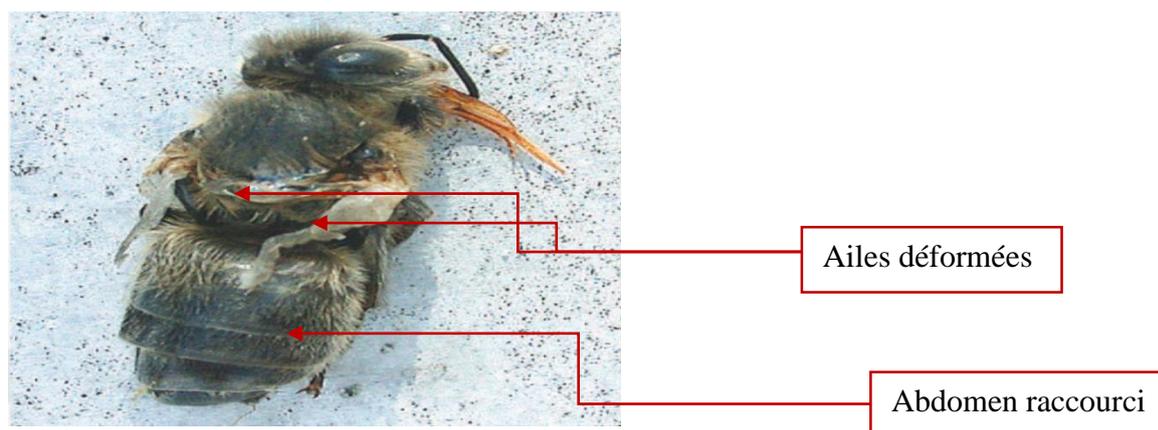


Figure 18: Abeille atteinte de virus DWV (Faucon, 1992).

2. Ennemie et prédateurs des abeilles

Selon Maréchal (2014), il existe divers animaux qui peuvent exercer une action néfaste sur les abeilles adultes, les larves, au miel ou mêmes à la cire, particulièrement lorsqu'elles butinent loin de la ruche et parmi ces ennemis nous pouvons citer : la fausse-teigne, pou des abeilles, le petit coléoptère de la ruche, le guêpier d'Europe, les fourmis et le sphinx tête de mort.

2.1. Fausse-teigne

Les fausses-teignes sont des papillons nocturnes, capable de parasiter les ruches où elles pondent des œufs à l'intérieur des larves qui se développent dans les rayons de cire et creusent des galeries qu'elles tapissent de soie dans tout le rayon pour se protéger des ouvrières. Ces effets gênent le développement du couvain, que ce soit au niveau de son alimentation par les nourrices ou plus tard au moment de l'éclosion (Charrière et Imdorf, 1999). D'après Ravazzi (2007), Il existe deux sortes de fausse teigne : *Galleria mellonella*. et *Achroea grissella* (fig.19).

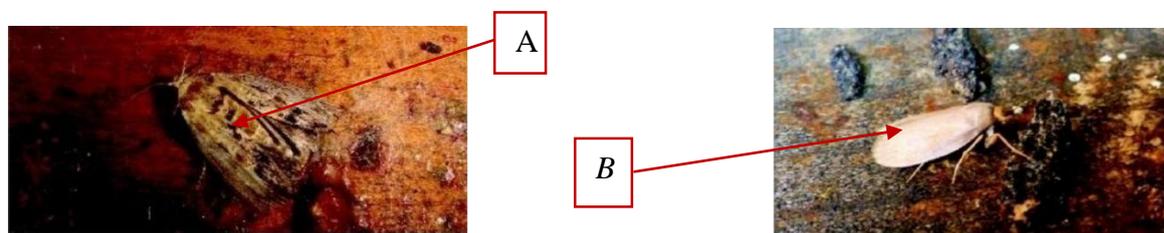


Figure 19 : A : *Galleria mellonella*. B : *Achroea grissella* (Boucher, 2016).

La meilleure défense contre ce lépidoptère consiste à placer les cadres dans un endroit ventilé et bien éclairé (Samson, 2014) et utiliser des solutions contenant du *Bacillus thuringiensis* qui tue les larves et les adultes (Quendolo, 2016).

2.2. Poux des abeilles (*Braula coeca*)

Le pou des abeilles est un diptère aveugle sans ailes (fig. 20) qui s'accroche aux poils recouvrant le thorax et la tête des trois castes. Il est relativement inoffensif car il se nourrit de miel qu'il prélève directement en suçant l'appareil buccal de l'abeille (Ravazzi, 2003) et exerce un rôle commensal, dont sa présence ne semble pas trop déranger les colonies fortes ce qui n'est pas le cas des colonies faibles (Philippe, 2007).



Figure 20 : Pou *Braula coeca* (Levoux Olivier, 2015).

La lutte contre ce petit coléoptère est difficile, mais il existe un traitement à base d'insecticides non nocif pour les abeilles mais le problème qui se pose est les résidus qui s'introduisent dans les produits de la ruche ainsi que dans l'environnement (Alizée, 2014).

2.3. Guêpier d'Europe

Le guêpier de son vrai nom le *Merops apiaster* (mangeur d'abeilles), est un oiseau migrateur qu'on peut apercevoir en Afrique et en Europe. C'est un insectivore qui niche en colonies pouvant atteindre plusieurs centaines de couples, il a fait de l'abeille sa principale nourriture pour survivre et prendre soin de ses progénitures (fig.21) (Ben hamida, 1999).



Figure 21: Guêpier d'Europe (Didier, 2001).

2.4. Fourmis

Les fourmis sont souvent présentes entre les couvre-cadres et les toits des ruches, elles se nourrissent de miel et de pollen et nidifient dans les endroits chauds et secs. Elles ne sont généralement pas considérées comme une nocivité sérieuse pour les colonies d'abeilles, mais

leur attitude peut irriter les abeilles par leurs déplacements, leur encombrement, le salissement des toits et la perturbation des passages des abeilles dans la ruche (fig.22) (Maréchal, 2014).



Figure 22 : Fourmis (Ratia, 2009).

2.5. Sphinx tête de mort

Le sphinx tête de mort (*Acherontia atropos*) est un papillon nocturne qui se reconnaît facilement au motif figurant sur la face dorsale de son thorax, il ressemble fortement à une tête de mort (fig.23) (Martiré et Rochat, 2008). Ce gros papillon très friand de miel détecte les ruches et pénètre à l'intérieur par le trou d'envol, il ingurgite de grosse quantité de miel, lorsque les abeilles n'arrivent pas à le neutraliser (Barbançon, 2003).



Figure 23: Sphinx tête de mort (Linnaeus, 1758).

3. Facteurs environnementaux favorisant les pathologies

Les modifications de l'environnement, naturelles ou consécutives à l'intervention de l'Homme peuvent avoir des conséquences sur la santé de l'abeille (Vidal-Naquet, 2012), et parmi ses changements :

- Le climat : qui peut favoriser certaines maladies suite au changement climatiques influencent de façon néfaste sur le couvain (Dustmann et Von Der Ohe, 1988).
- L'alimentation : par le pollen qui doit être suffisants et variés pour combler les exigences qualitatives et quantitatives de la colonie (Fernandez et Coineau, 2007).
- L'humain et les pratiques apicoles et agricole : Les pesticides utilisés sur les cultures ou dans les ruches sont toxiques pour les abeilles...

3. Règles de prophylaxie

La prophylaxie est l'ensemble des moyens destinés à prévenir l'apparition, à ralentir la propagation ou l'aggravation des maladies contagieuses, et sans doute c'est le meilleur moyen d'avoir des colonies toujours en bonne santé. Parmi ses mesures à mettre en place (Ballis, 2013):

- ✓ Propreté du matériel, du rucher et de la tenue de l'apiculteur ;
- ✓ Contrôle régulier du nid à couvain : Au printemps et en fin d'été : visite systématique de toutes les ruches, Observer chaque face de chaque cadre ;
- ✓ Désinfecter une fois par an : le plateau, le corps de la ruche après avoir gratté la cire et la propolis et passer les éléments à la flamme ;
- ✓ Installer les ruches dans un endroit bien exposé au soleil pour éviter l'humidité, et à l'abri des courants d'air ;
- ✓ Renouveler chaque année 1 cadre sur 3 ;
- ✓ Choix d'un site doté de fortes ressources alimentaires et apports de nourriture (sirop ou pollen) pour pallier aux périodes de creux entre deux miellées ; éviter les zones à forte concentration en ruchers ;
- ✓ Remplacer les reines qui ne sont plus satisfaisantes (ponte trop faible, couvain en mosaïque, sensibilité avérée à certaines maladies...);
- ✓ Les jeunes colonies sont fragiles : assurez-vous de les constituer suffisamment fortes ; apporter leur du sirop ; ne leur donnez pas de cadres douteux, potentiellement porteurs de maladies.

Chapitre III

Matériel et méthodes

Le but de notre étude est de déterminer les différentes parties morphologiques et les structures histologiques du système digestif de l'abeille domestique *Apis mellifera* au niveau de deux stations Ait Oumalou et Sidi-Daoud.

1. Présentation de la zone d'étude

Cette étude a été réalisée au niveau de deux stations Ait Oumalou et Sidi-Daoud, la station d'Ait Oumalou est localisée dans la wilaya de Tizi Ouzou en Afrique du Nord à une altitude moyenne de 576 m. Alors que la station de Sidi-Daoud est située dans la wilaya de boumerdes en Basse Kabylie, avec 100 km de profil littoral à 52 km à l'ouest de Tizi Ouzou (fig.24). Le climat principal de ces deux régions est un climat méditerranéen avec un été chaud.

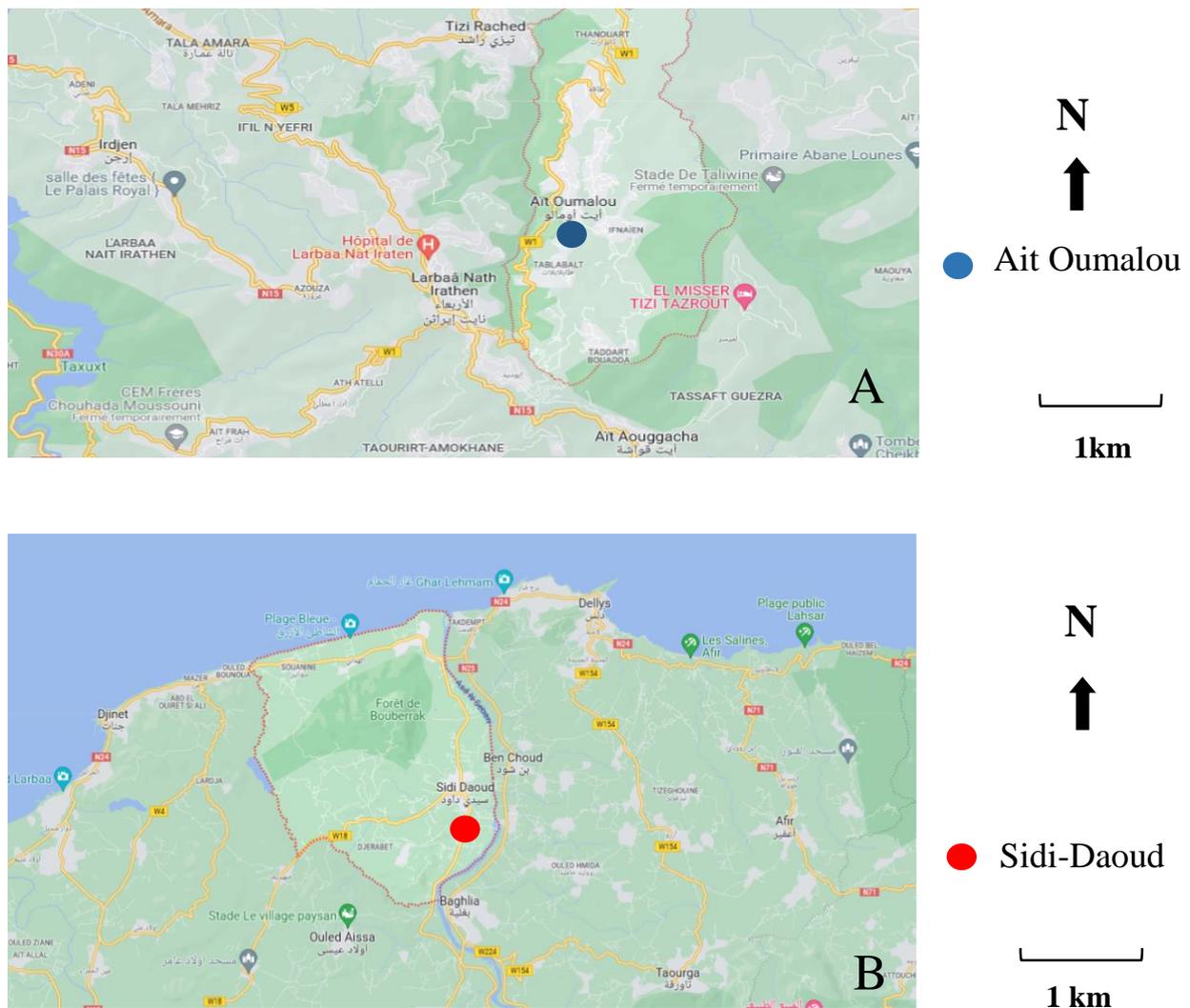


Figure 24 : Stations d'échantillonnage A : Ait Oumalou; B : Sidi-Daoud (Google Maps, 2023).

2. Description du rucher

L'échantillonnage des abeilles *Apis Mellifera* a été effectué au niveau de deux ruchers respectivement dans la région d'Ait Oumalou et la Sidi-Daoud.

2.1. Rucher d'Ait Oumalou

Le rucher d'Ait Oumalou est un tout petit rucher, composé de 12 ruches posées sur une surface plate entourées d'une végétation qui est formée de chênes et d'oliviers (fig.25).



Figure 25: Rucher Ait Oumalou (Originale, 2023).

2.2. Rucher de Sidi-Daoud

Le deuxième rucher est localisé à Sidi-Daoud se compose de 3 ruches posées dans un endroit plat, entourées d'une végétation importante (arbres d'eucalyptus et de chêne, de plantes mellifères) (fig.26).



Figure 26: Rucher de Boumerdes (Originale, 2023).

3. Matériels

Le matériel utilisé durant notre expérimentation comprend le matériel biologique à savoir *Apis mellifera* adultes et les larves ainsi que le matériel de laboratoire.

3.1. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé durant notre expérimentation est des abeilles des différentes castes (ouvrières, adultes mâles) (fig.27) ainsi que sur des larves au niveau de deux stations d'études.

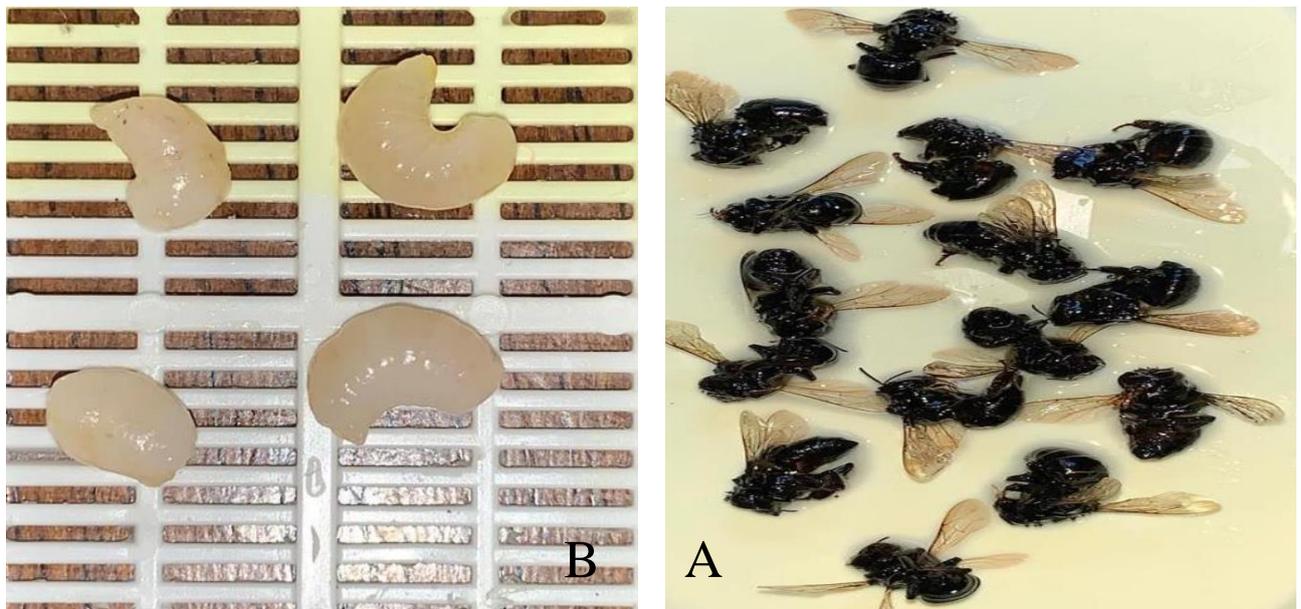


Figure 27: **A:** Echantillon d'abeilles adultes ; **B:** Echantillon de larves (Originale, 2023).

3.2. Matériels utilisés au laboratoire

L'expérimentation à nécessité l'utilisation du grand matériel : étuve, microtome, microscope optique, plaque chauffante ; et du petit matériel tel que : des pinces, cassette d'inclusion, balance de précision de 0.01g, moules métallique, Lame, lamelles, portes lames des boites en plastiques...

Ainsi que l'utilisation des produits chimiques indispensable, tel que : fixateur de bouin Holland, alcool (50% ; 70% ; 90% ; 100%), xylène, paraffine, hématoxyline, fushine acide panseau, orange G, vert lumière, eau acétifié, eau gélatiné, eukitt.

4. Méthodes

4.1. Echantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé pendant la période du mois de mars au mois de juin 2023, durant laquelle des abeilles vivantes et des larves sont récoltées puis transporté dans des boites aux laboratoires où on va effectuer le prélèvement au sein du laboratoire de recherche d'écologie des invertébrés terrestres au niveau de l'université Mouloud Mammeri (Bastos) de Tizi-Ouzou. Cette étape comprend le sacrifice des abeilles avec l'alcool, puis le prélèvement de leur tube digestif avec une pince. Les organes prélevés sont placés dans des cassettes d'inclusion étiqueté selon la ruche et la caste, puis immerger dans le fixateur bouin Hollande durant 5 jours afin de pouvoir les conserver dans un état plus proche de l'état *in vivo*.

4.3. Opérations effectuées pour l'extraction de tube digestif

Les échantillons collectés ont été sacrifiés dans le but d'extraire leur tubes digestifs, ou nous avons utilisé la technique de prendre une abeille et à l'aide d'une pince on attrape l'extrémité au niveau de son dard tout en tirant d'une façon à ce que le tube digestif se déchire pas, puis les étaler sur des cassettes d'inclusion afin de les fixer et pouvoir réaliser notre étude (fig.28).

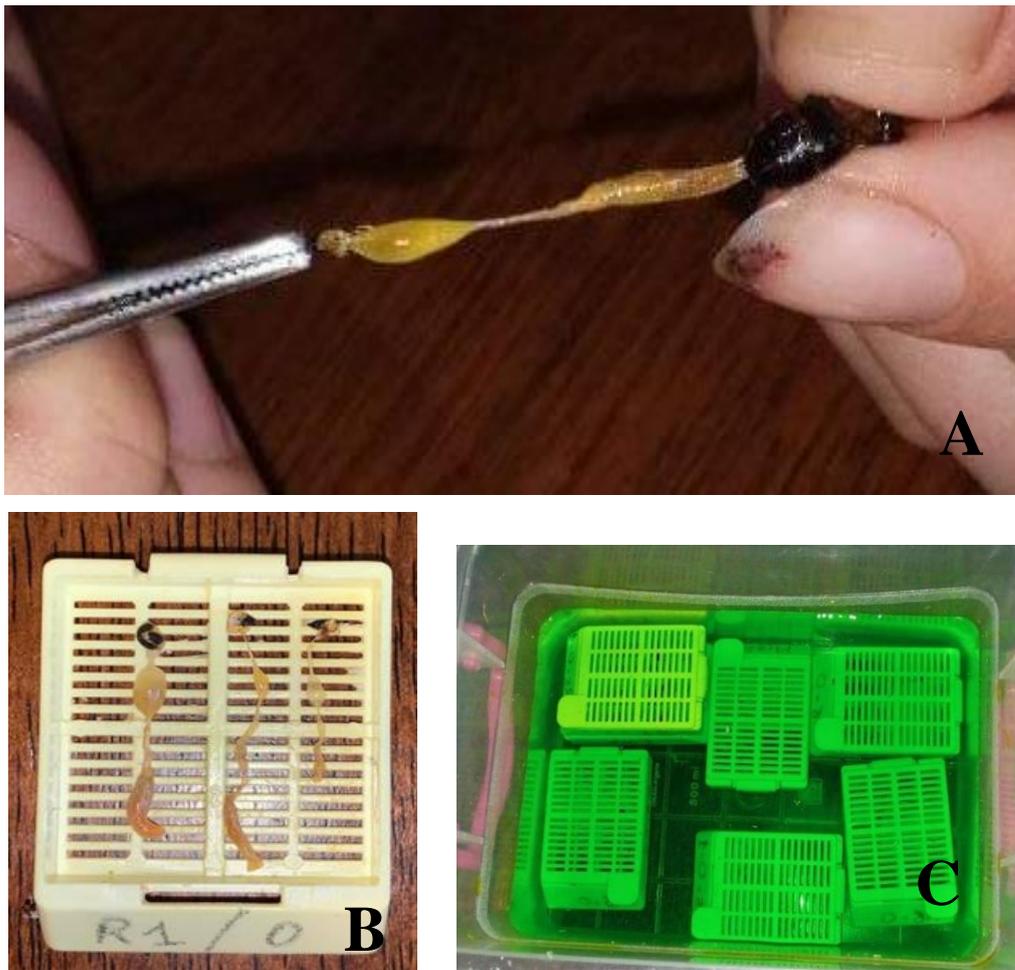


Figure 28 : A: Extraction du tube digestif ; B : Etalement du tube digestif sur une cassette d'inclusion ; C : Fixation des échantillons dans le Bouin hollandaise (Originale, 2023).

4.3. Rinçage et conservation

Après la conservation des échantillons dans le Bouin Hollande pendant 5 jours, on rince les cassettes avec l'eau de robinet (fig.29) plusieurs fois jusqu'à l'éclaircissement de l'eau sans aucune couleur afin d'éliminer l'excès de fixateur, puis les conservés dans l'alcool 50° le temps de commencer notre étude histologique.



Figure 29 : Rinçage des échantillons (Originale, 2023).

4.4. Etude histologique

L'étude histologique de nos échantillons (tube digestif des trois castes et larves) se fait par plusieurs phases successives nécessaires, dans le but d'acquérir des coupes fines prêtes à accueillir la coloration d'intérêt. Le protocole expérimental suivi se résume selon les étapes qui suivent : fixation des échantillons, déshydratation et éclaircissement, imprégnation, inclusion, confection des coupes et collage, déparaffinage et réhydratation, coloration, déshydratation et montage et enfin observation des lames.

4.4.1. Fixation des échantillons

La fixation est une étape de type physique ou chimique effectuée dans la préparation des coupes histologiques sur des cellules vivantes. Elle permet de minimiser les altérations tissulaires et de préserver les structures cellulaires dans un état aussi proche que celui du vivant

et la protection des cellules contre les activités mitotique et enzymatique ainsi que le durcissement de la pièce anatomique.

Le liquide de Bouin (mélange d'eau 5%, acide acétique 10%, formol 25% et d'acide picrique 75%) est un mélange appartenant à la famille des fixateurs coagulants à base de métaux lourds utilisé pour les coupes histologiques (fig.30). Les échantillons sont stockés dans des cassettes immergées totalement dans le Bouin Hollande à un volume trois fois supérieur de ces dernières. Puis sont conservés dans ce fixateur pendant 5 jours, à température ambiante.

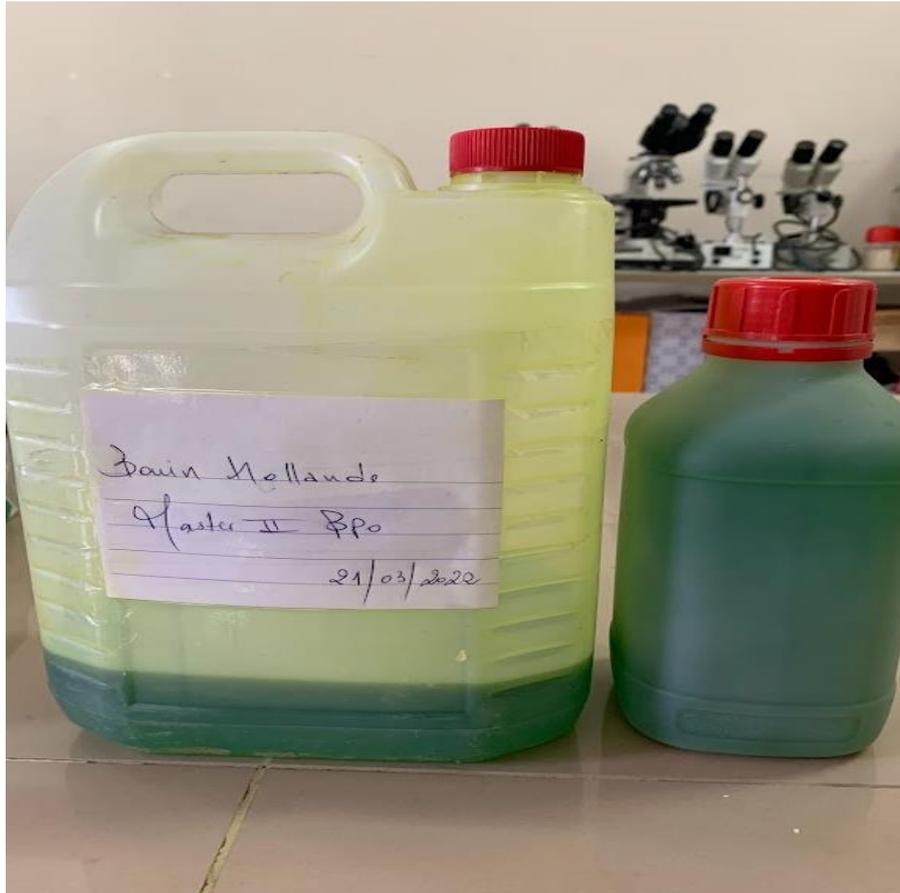


Figure 30 : Bouin Hollande (Originale, 2023).

4.4.2. Déshydratation et éclaircissement

Les échantillons (Le tube digestif des abeilles adultes, larves) sont introduits dans des bains d'alcool à concentrations progressives (de l'alcool à dilué 50% jusqu'à l'alcool absolu à 100%) pendant 20 min chacun, dans le but d'éliminer l'eau intracellulaire, puis dans des bains de xylène pendant 20 min (fig.31) dans le but de préparer l'inclusion.



Figure 31 : Bain d'alcool et du xylène (Originale, 2023).

4.4.3. Imprégnation

Après les bains de xylène effectué pour éliminer les traces d'alcool absolu, on introduit les échantillons dans 3 bains successifs de paraffine fondu dans une étuve réglée à 60°C. Cette paraffine est un hydrocarbure extrait à basse température à partir de résidus du pétrole.

Dans cette étape le premier bain est composé de moitié paraffine et moitié xylène, alors que le second et le dernier bain contiennent de la paraffine pure pendant 20 min chacun (fig.32).



Figure 32 : Bain de paraffine déposer dans l'étuve (Originale, 2023).

4.4.4. Inclusion

L'inclusion consiste à introduire la paraffine dans les tissus et la confection des blocs de paraffine qui contiennent l'échantillon.

Les blocs sont montés au milieu d'un moule spécifique dans lequel un peu de paraffine fondue est coulé et recouvert avec la partie étiquetée de la cassette et enfin verser de la paraffine jusqu'à ce qu'elle soit complètement immergée. Les moules sont ensuite placés sur une plaque de refroidissement pour durcir afin de faciliter le démoulage (fig.33).

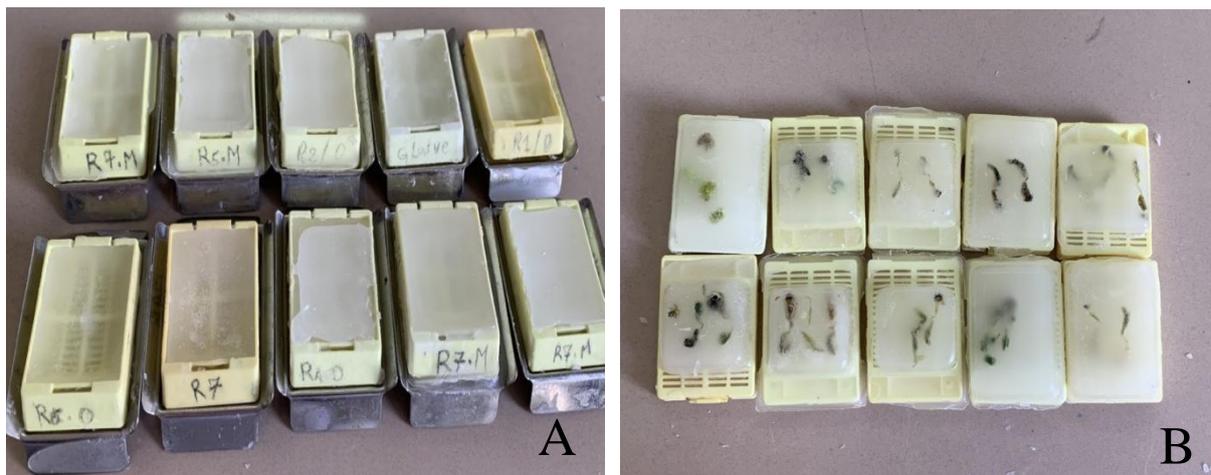


Figure 33 : A : Echantillons placés dans des moules qui recevront la paraffine ; B : Blocs formés (Originale, 2022).

4.4.5. Confection des coupes et collage

À l'aide d'un microtome de type Smclab Quimica Española, des coupes fines de 2 à 5 μm d'épaisseur ont été réalisées afin de faciliter la récupération de la coupe sur des lames gravé ; Les rubans obtenus sont placés dans un bain marie à 37°C (fig. 34) afin de faciliter leur étalement et sa récupération sur les lames. Les contenants les échantillons sont gravés puis placés dans l'étuve pour incubation durant toute la nuit pour fixer l'échantillon sur la lame.

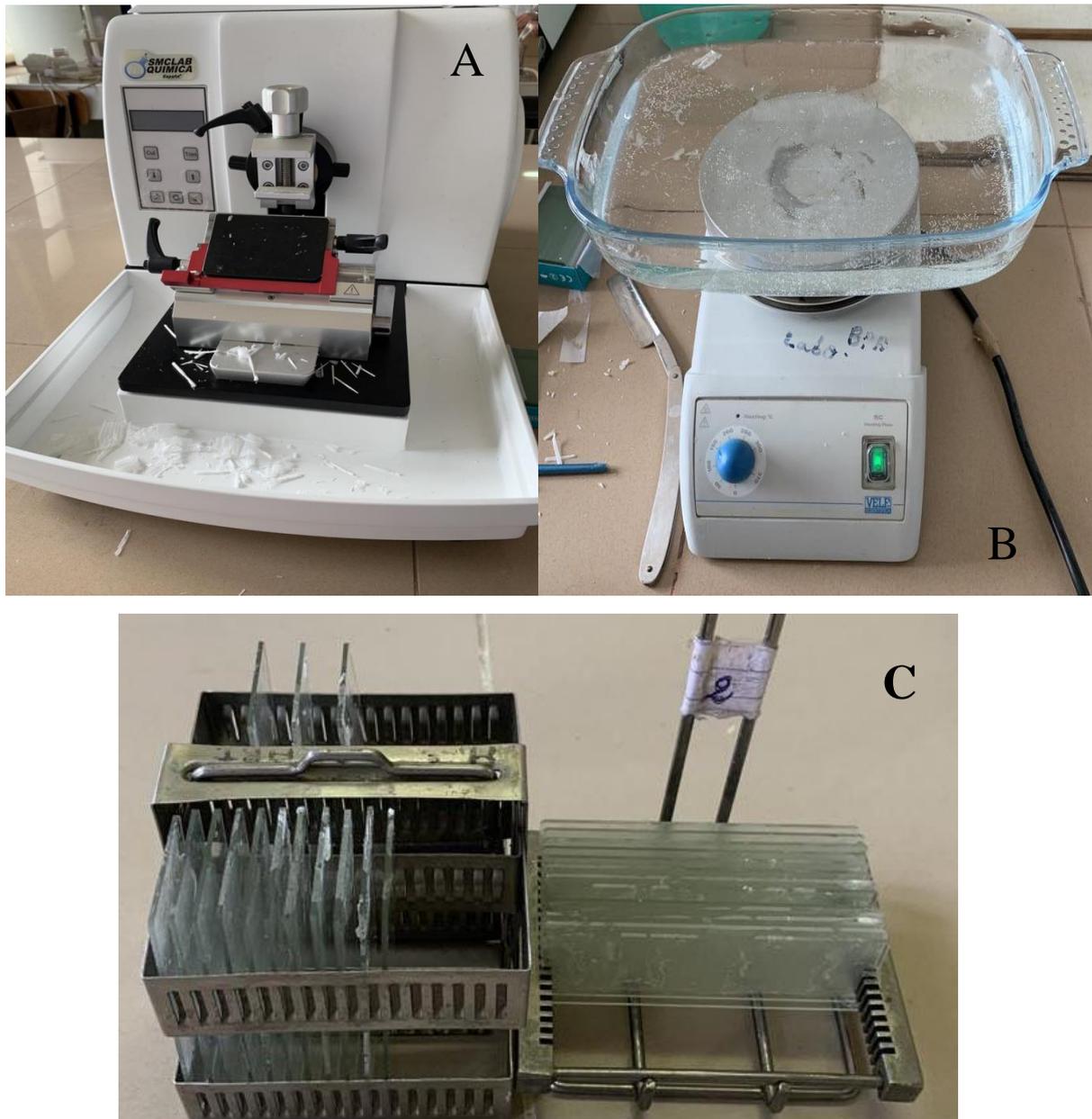


Figure 34 : A : Microtome ; B : Bain marie ; C : Lames résultantes (Originale, 2023).

4.4.6. Déparaffinage et réhydratation

Les lames doivent être déparaffinées avant la coloration en les plaçant à l'intérieur de l'étuve réglé à 60°C (fig. 35) puis dans le xylène (fig. 35 entouré en bleu) afin d'éliminer toute la paraffine, car les colorants les plus couramment utilisés en histologie sont aqueux.

Cette étape est suivie par la réhydratation dans des bains d'alcools à degré décroissant (100°, 90°, 70°, 50°) pendant 20 min (fig.36 entouré en rouge).



Figure 35 : Déparaffinage des lames résultantes (Originale, 2023).

4.4.7. Coloration

Les coupes ont été colorées (fig.36 entouré en jaune) avec le trichrome de Masson, conçu pour visualiser les différentes structures tissulaires suivantes: les noyaux noirs, des cytoplasmes et nucléoles éosinophiles roses, des sécrétions rouges ou vertes (selon leur nature), des fibres musculaires rouges et vertes de collagène.

4.4.8. Déshydratation et montage

La déshydratation s'effectue en passant la lame dans un bain d'alcool selon des angles croissants (50°, 70°, 90°, 100°), suivi d'un bain de xylène ou de toluène (fig.36 entouré en vert).

Le montage est l'étape finale de la préparation des lames avant la visualisation, où la lame colorée est montée avec un eukitt entre la lame et la lamelle et laissée sécher.

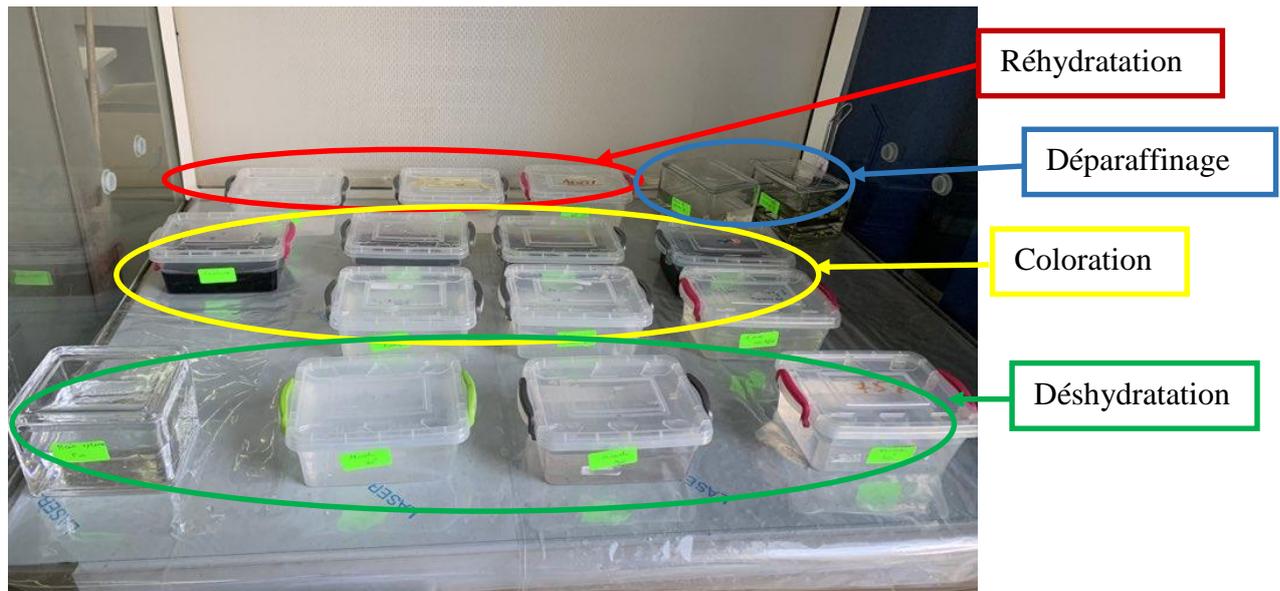


Figure 36 : Réhydratation, coloration, déshydratation des lames résultantes (Originale, 2023).

4.4.9. Observation des lames

La visualisation des lames s'est réalisée grâce à un microscope photonique de type Smclab Quimica España doté d'un appareil photo de type Industriel digitale camera (fig.37), dans le but d'observer les différentes structures histologiques des échantillons.

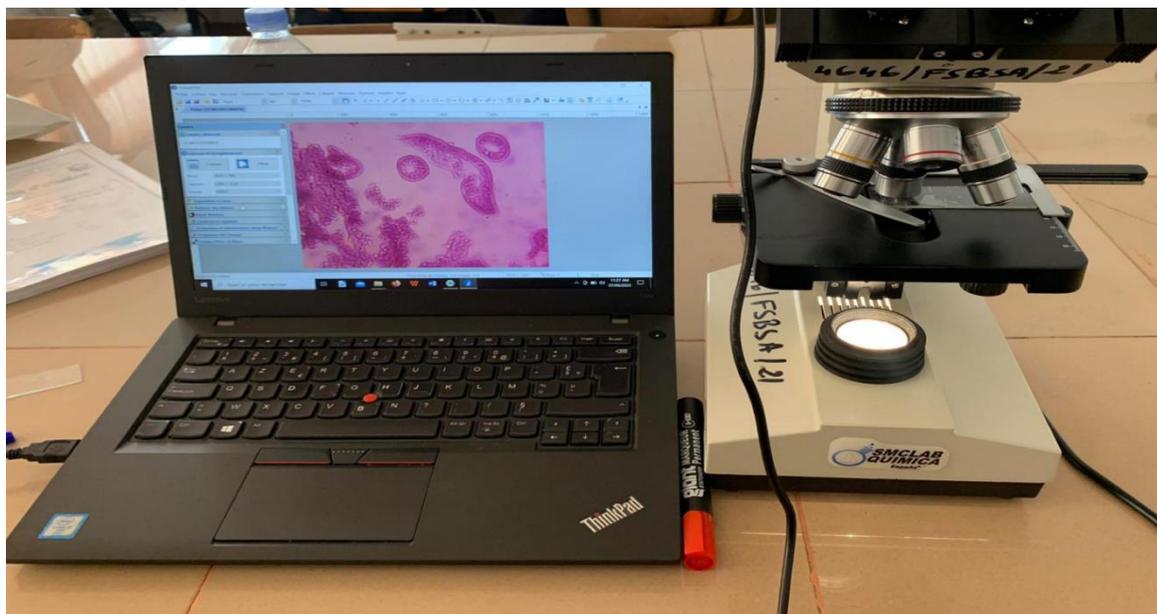


Figure 37 : Observation des lames (Originale, 2023)

Chapitre IV

Résultats et Discussion

Les résultats de notre travail porte sur l'étude histologique de l'estomac des abeilles différentes castes prélevés dans les régions : d'Ait Oumalou et Sidi-Daoud.

1. Echantillonnage des abeilles

L'échantillonnage des abeilles a été réalisé au sein des deux ruchers Ait Oumalou qui contient 12 ruches et Sidi-Daoud qui contient 3 ruches, où nous avons prélevé environ 45 individus appartenant aux différentes castes (ouvriers, fou-bordons et larves).

Au niveau de ces deux ruchers nous avons repéré une seule race d'abeille domestique *apis mellifera*, de couleur noire (fig.38).



Figure 38 : Abeilles noires prélevé (Original, 2023).

2. Différentes castes obtenues lors de l'échantillonnage

Durant notre étude 45 abeilles ont été échantillonné dont nous avons eu 15 males (fig.40) et 30 ouvrière externes et internes (fig.39), mais d'une part on a également échantillonné des larves (fig.41). Nous n'avons eu aucun signe de danger par les prédateurs au niveau des deux ruchers lors de notre échantillonnage.



Figure 39 : Ouvrières d'abeilles *Apis mellifera* (Originale, 2023).



Figure 40 : Mâle adulte d'abeilles *Apis mellifera* (Originale, 2023).



Figure 41 : Larves adulte d'abeilles *Apis mellifera* (Originale, 2023).

3. Morphologie de système digestif de l'ouvrière d'abeille *Apis mellifera*

Les organes digestifs retirés des abeilles domestiques se composent par l'union du ventricule entouré des tubes de Malpighi, intestin grêle, rectum et dard(fig.42).

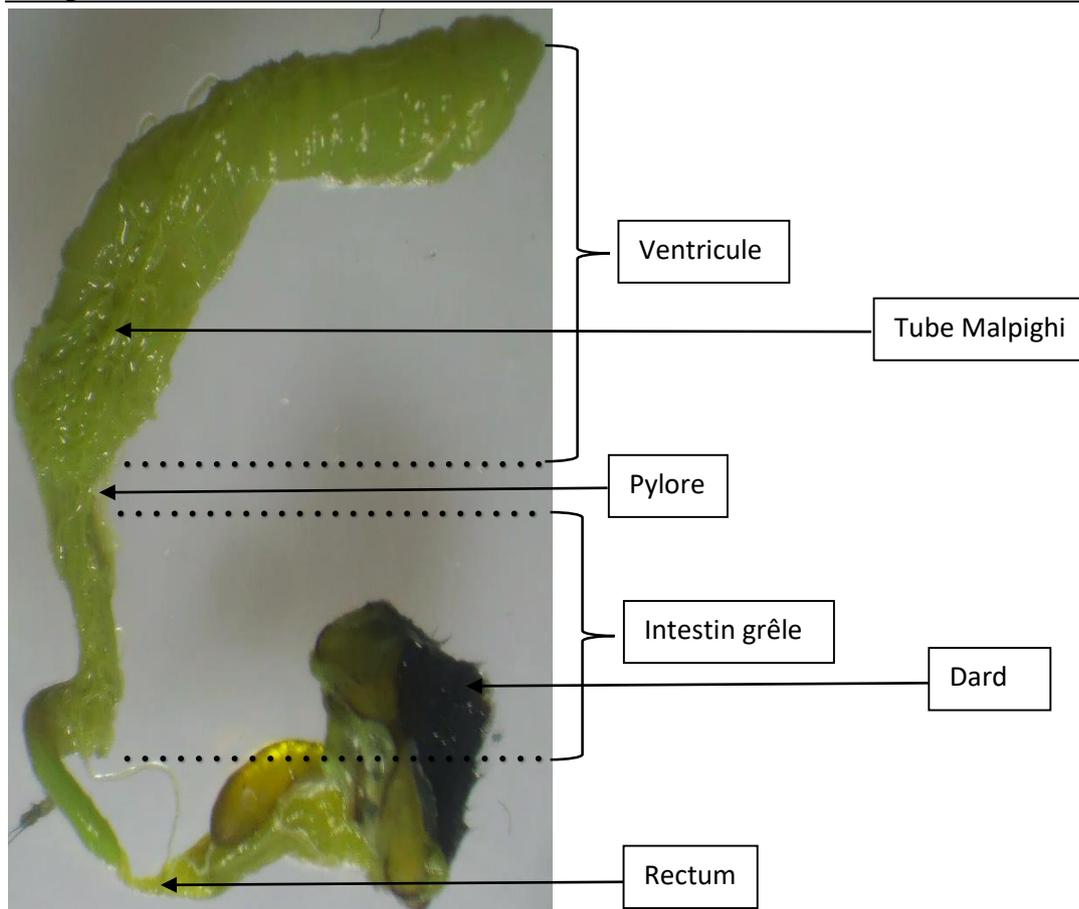


Figure 42 : Tube digestif de l'ouvrière observé sous la loupe (Originale, 2023).

L'observation du tube digestif prélevé sous la loupe, a révélé qu'il est de couleur blanchâtre chez les ouvrières internes et externes par contre chez les mâles est de couleur brun foncé, et a montré aussi que l'intestin moyen (ventricule) est entouré partout par des tubes de Malpighi, suivi par l'intestin grêle qui est plus petit et plus fin, ses deux intestin se relie entre elle par le pylore qui s'ouvre par une simple valve appelé valve pylorique. Puis nous avons trouvé à la fin le rectum et le dard.

4. Histologie de système digestif de l'ouvrière d'abeille *Apis mellifera*

L'étude histologique du tube digestif des abeilles *Apis mellifera* est portée sur les organes suivants : intestin moyen, tube Malpighi, intestin grêle.

4.1. Intestin Moyen

L'étude histologique de l'intestin moyen a démontré la présence de cellules épithéliales, de la couche musculaire et de la membrane péritrophique et la présence de contamination par des spores (fig.43).

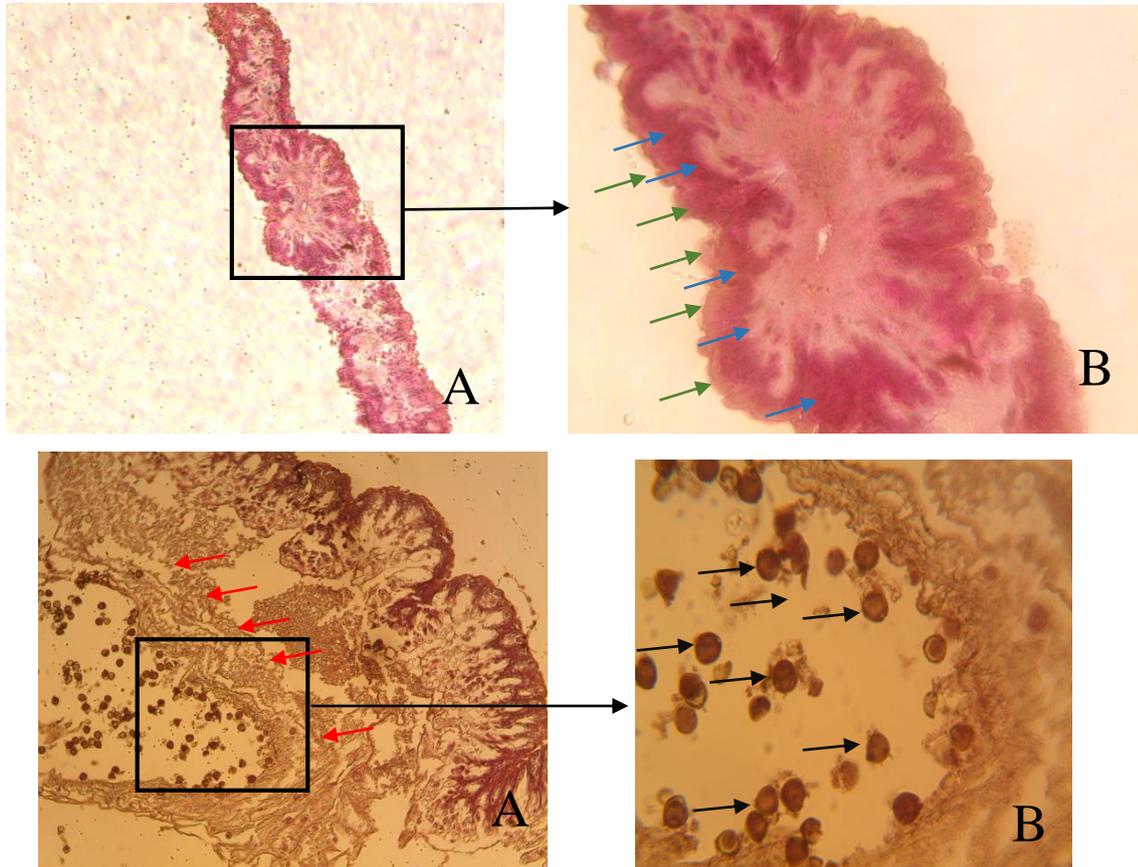


Figure 43 : Coupe histologique de l'intestin moyen observé au microscope optique ; **A** : G100 ; **B** : G400, coloration trichrome de Masson (Originale, 2023). L'épithélium (flèches bleus), couche musculaire (flèches verts), membrane péritrophique (flèches rouges), spores (flèches noires).

4.2. Tube de Malpighi

Les tubes Malpighi qui entoure l'intestin moyen présente également contamination par des spores (fig.44).

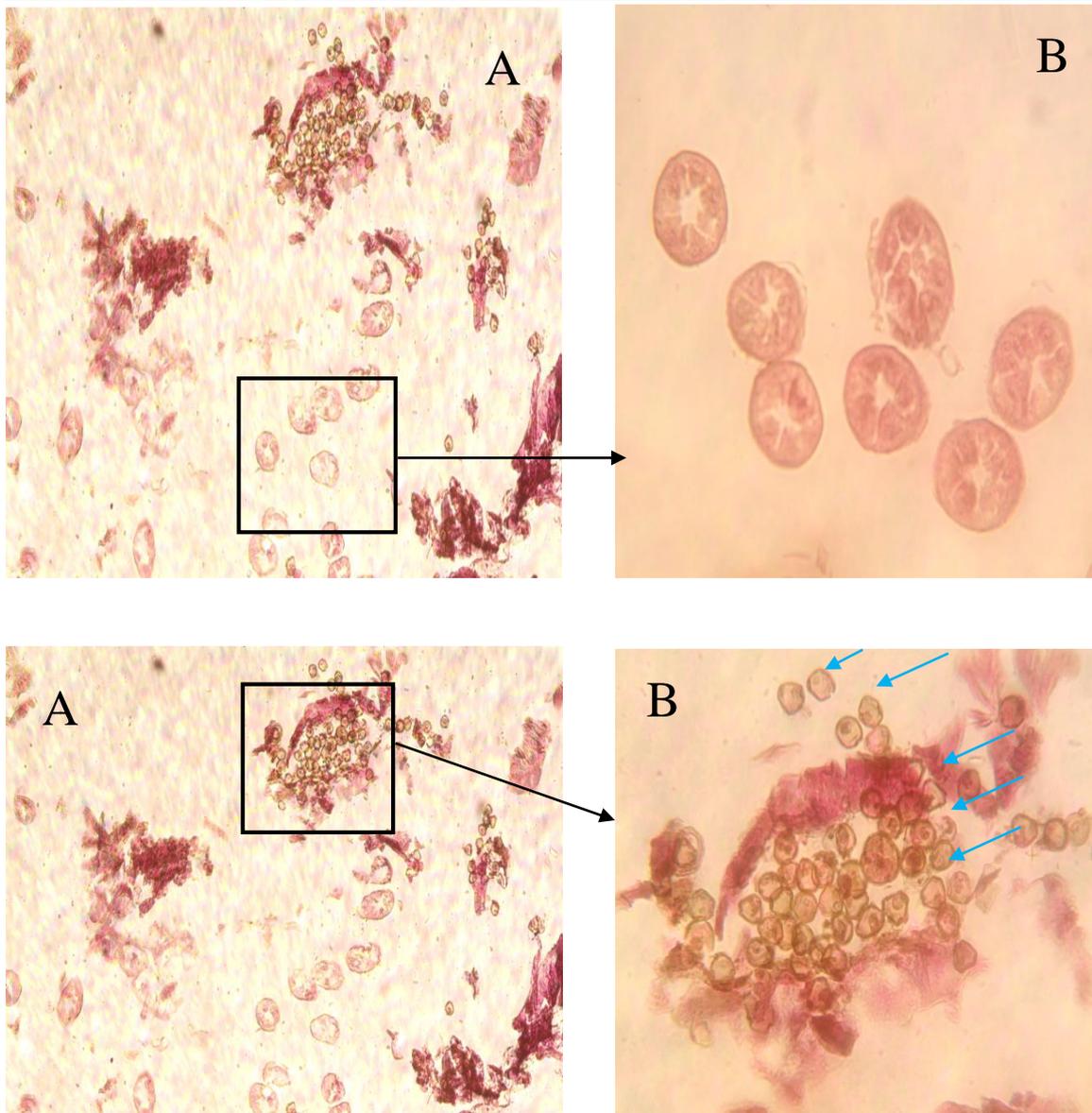


Figure 44 : Coupe histologique des tubes Malpighi observé au microscope optique, A : G100 ; B : G400, coloration trichrome de Masson (Originale, 2023).Spores (flèches bleus).

4.3. Intestin grêle

L'étude histologique de l'intestin grêle a permis l'observation de cellules épithéliales qui se repose sur une lame basale tout en localisant la présence des contaminations par des spores (fig.45).

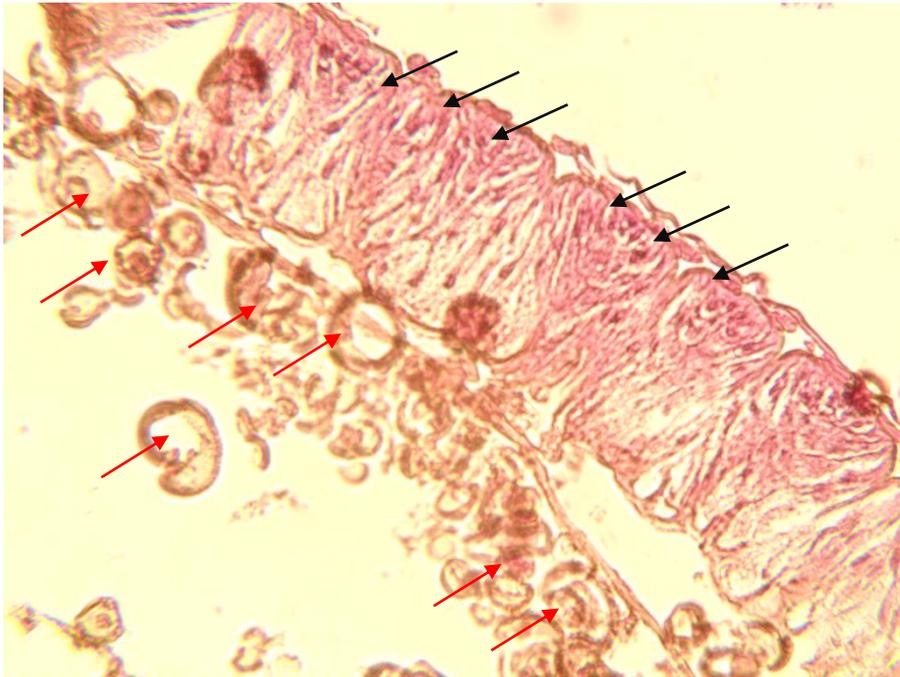


Figure 45 : Coupe histologique de l'intestin grêle observé au microscope optique, G400, coloration trichrome de Masson (Originale, 2023). Les cellules épithéliales (flèches noires) et spores (flèches rouges).

5. Histologie de système digestif de faux-bourdon d'abeille *Apis mellifera*

L'étude histologique du système digestif des faux-bourçons a montré les mêmes résultats que l'étude histologique de l'ouvrière (la présence de cellules épithéliales, de la couche musculaire et lumière) mais elle ne présente aucun signe de présence des contaminations par des spores (fig.46).



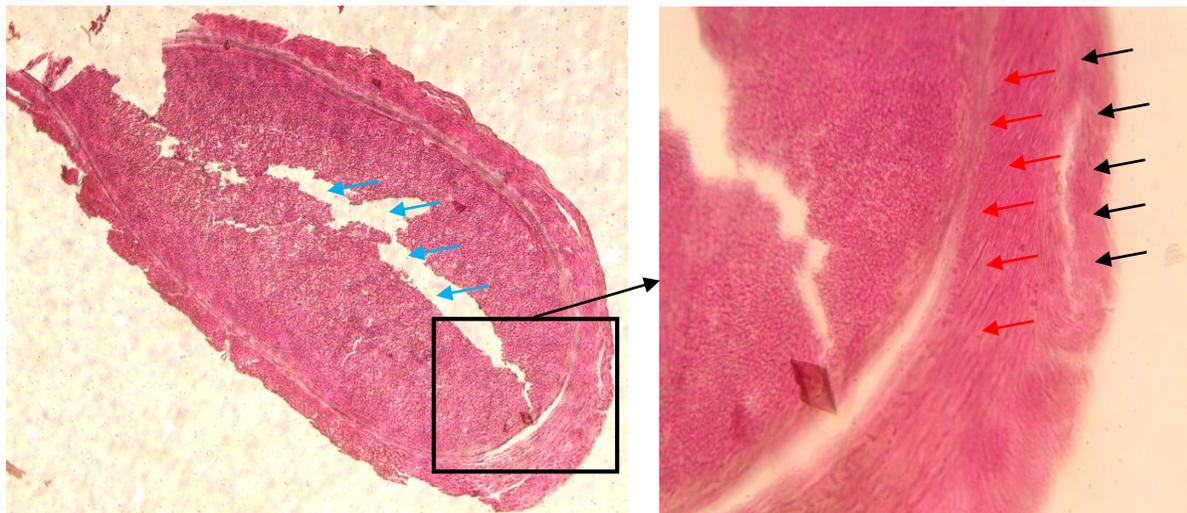


Figure 46 : Coupe histologique du tube digestif observé au microscope optique, **A** : G100 ; **B** : G400, coloration trichrome de Masson (Originale, 2023). Les cellules épithéliales (flèches rouges), couches musculaires (flèches noires), Lumière (flèches bleues).

6. Histologie des larves d'abeille *Apis mellifera*

L'étude histologique de la larve montre une contamination à leurs tours par des spores qui se présente comme des petits cercles, et sont généralement haploïdes, et très souvent unicellulaire (fig.47).

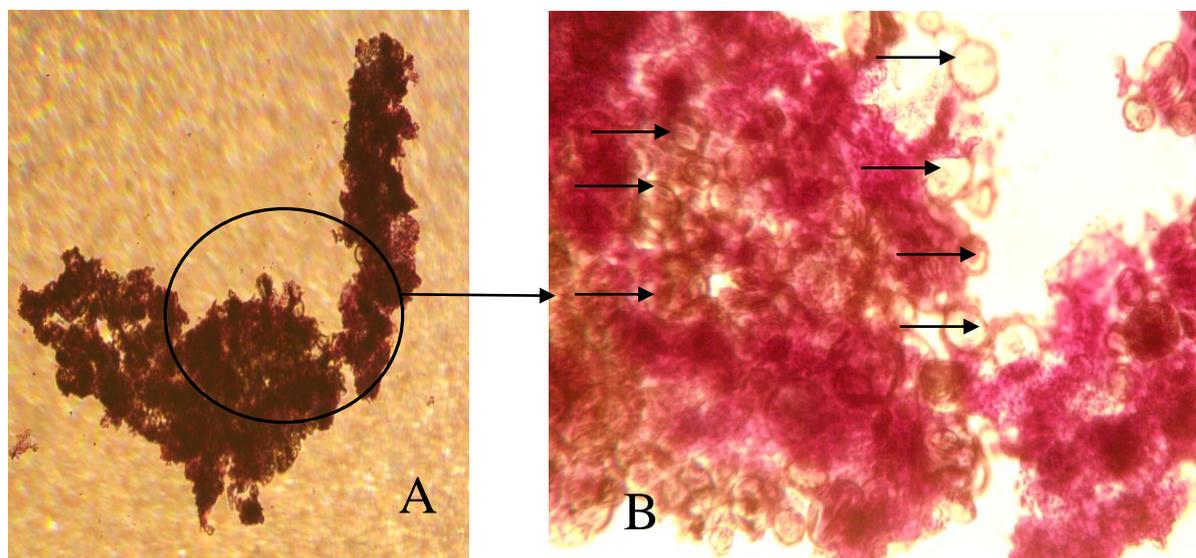


Figure 47 : Coupe histologique d'une larve observé au microscope optique, **A**: G100, **B**: G400, coloration trichrome de Masson (Originale, 2023). Spores (flèches Noire).

7. Discussion

Notre étude est menée sur la détermination des différentes parties morphologiques et les structures histologiques du système digestif de l'abeille domestique *Apis Mellifera*, nous avons pu distinguer des abeilles de couleur noire au niveau de deux stations Ait Oumalou et Sidi-Daoud, de ce fait cette ressemblance au niveau de ces deux stations suggère que c'est la même race.

Les résultats de l'étude histologique ont montré que les différentes parties du tube digestif de l'abeille *Apis mellifera* capturées, les seules parties qui viennent avec le prélèvement se présente comme suit: ventricule, tubes de Malpighi, intestin grêle, rectum et dard et sont soumis à une étude histologique. Nos résultats sont en accord avec ceux révélés par Winston (1991) et pleins d'autres auteurs qui ont signalés la même structure du tube digestif de cet insecte.

D'après notre étude histologique du système digestif de l'abeille *Apis mellifera* (ouvrière externe et interne ; male), toutes les parties de ce système montrent une couche épithéliale qui se repose sur une lame basale et une lumière, ce qui est en accord avec ceux rapportés par Ceylan et *al.* (2019).

Lors de notre échantillonnage, nous n'avons eu aucun signe de danger par les prédateurs au niveau des deux ruchers, ce qui ne corrobore pas avec les observations et les résultats de Chaker et Azizi (2021) effectués dans la région de Tizi-Ouzou qui ont rapporté la présence du *Varroa destructor*. Mais nous avons localisé une présence des contaminations par des spores au niveau de la région d'Ait Oumalou et Sidi-Daoud dans la caste d'ouvrière et les larves obtenues ce qui ne corrobore pas avec les résultats d'Izerkhef et Haned (2022) cependant dans la caste des mâles, nous avons localisé aucun signe des spores dans les deux régions.

À l'issue de ces observations, nous déduisons que la présence et la contamination du tube digestif résultent de l'existence de la maladie de la nosébose, car c'est une maladie contagieuse qui se propage dans les cellules de la paroi intestinale par les spores que nous avons pu localiser et reconnaître par leurs tailles qui diffèrent légèrement entre elles. Cette dernière donne un aspect anormal blanchâtre, ce qu'on a remarqué lors de notre extraction des tubes digestifs ainsi que les excréments claires à foncées en forme de diarrhée aiguë déféquer sur les boîtes d'échantillonnage par les ouvrières contaminées, contrairement à la caste des mâles qui ne présente aucun de ces symptômes de fait qu'ils sont sains.

Les résultats obtenus, révèle que la nosérose infecte le tube digestif de la caste d'ouvrière, ce qui confirme les résultats de Bailey et Ball (1991).

D'après nos résultats, cette contamination touche presque toutes les parties observées durant nos études histologiques, tels que : l'intestin moyen ainsi que les tubes Malpighi qui l'entoure, l'intestin grêle ; de ce fait les contamination des ouvrières externes et internes, est dû au fait que ce caste est le plus exposée à l'environnement extérieure et ce contaminent entre elles par la relation des différentes tâches qui les rassemblent, et infectent aussi les larves ou on peut conclure qu'ils sont contaminés par l'ingestion des aliments.

Conclusion

Le présent travail s'est intéressé à la détermination de la morphologie et les différentes parties du tube digestif de l'abeille *Apis mellifera* et leur étude histologique. Environ 45 échantillons d'abeilles ont été capturées à partir des ruchers répartis sur deux stations dans la région d'Ait Oumalou qui contient 12 ruches et Sidi-Daoud qui contient 3 ruches.

L'observation microscopique de tube digestif, illustre la structure histologique des différentes parties qui sont constitués par une couche épithéliale qui se repose sur une lame basale et une lumière.

L'abeille *Apis mellifera* est un insecte qui est exposé à toutes contaminations par des maladies tels que la maladie de la nosérose qui se propage par les spores qu'on a pu les localiser durant notre étude histologique de la caste d'ouvrière externes et internes ainsi que les larves qu'on a capturer dans les deux régions d'Ait Oumalou et Sidi-Daoud, contrairement aux males ou nous avons eu aucun signe des spores dans les mêmes régions.

De ce fait de cette contaminations des ruchers il serait préférable de traiter précocement les ruchers afin d'éliminer ce parasite. Toutefois, afin d'améliorer cette étude il serait intéressant de faire une étude sur des individus plus nombreux, sur des régions différentes de haute altitude et de basse altitude et d'avoir une meilleure connaissance de la qualité de l'environnement autour du rucher afin de détecter les facteurs environnementales qui endommage ou améliore la santé des abeilles pour trouver des moyens de luttés biologique contre les maladies et prédateurs qui présente un danger pour les colonies de l'abeille.

Références
Bibliographiques :

A

- Abersi D., Henna K., et Rahem A., 2016. Etude caractéristiques organoleptique locaux et importés. Mémoire de master en alimentation humaine et qualité des produits. Université Mouloud Mammeri Tizi ousou. 46p.
- 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 en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences agronomiques. El-Harrach-Alger. 133p.
- Adjlane N., Haddad N., 2018. La Nosérose Des Abeilles: Épidémiologie, Diagnostics et Traitements. n°1 :79-88.
- Adam G., 2012. Pathologie apicole. Ecole d'apiculture des ruchers du sud. Luxembourg. 24p.
- Adjlane N., Wafdi M., et Haddad N., 2018. Revue semestrielle Université Ferhat Abbas Sétif 1. 8p.
- Agdex, 1998. Apiculture biologie de l'abeille, 2ème éditions crochetière France-agronome. 31p.
- Ahmet C., Sedat S., Özge Ö., 2019. histomorphological and histochemical structure of the midgut and hindgut of the caucasian honey bee (*apis mellifera caucasia*).n°6. 43: 747-753.
- Alizée A., 2014. Synthèse des connaissances sur l'apiculture réunionnaise et enjeux pour la filière. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. ENVT.147p.
- Albouy V. et Le Conte V., 2017. Nos abeilles en péril, Édition Quae, france.192p.
- Albouy V. et Le Conte V., 2019. Nos abeilles en péril, 2^{ème} Édition Quae, france.192p.
- Albouy V., 2012. Des abeilles au jardin : petit traité d'apiculture atypique à l'usage des amis des abeilles .Ed édisud paris.147p.
- Anonyme, juin 2015.Le point sur l'ascosphérose.Abeille de France : n°1025. 4p.
- Anonyme, 20 mars 2016. Les parasites de l'abeille. 2p.
- Association Mauritanienne de conservation de la nature, Mars 2008.Guide Pratique d'Apiculture, 42 p.
- Association Loi, 1901. L'étoile des abeilles, 31p.

- Auffray V., 2020. Nutrition de l'abeille domestique productrice de miel (*Apis mellifera*) et de sa colonie : revue de la littérature. Thèse en docteur vétérinaire. Upst.119p.

B

- Ballis A., 2016. Diagnostiquer les maladies des abeilles. Chambre d'agriculture de région Alsace, n°6 :4p.
- Ballis A., 2013. Mémento de l'apiculteur : un guide sanitaire et réglementaire, Version 1.1 : 64p.
- Biri M., 1989. le grand livre des abeilles court d'apiculture moderne. Edition de vecchi. 249p.
- BenAbdelhafid F. et Abtouche R., 2017. Contribution à la connaissance de la situation de deux ruchers face à la varroase à Draa Ben Khedda (Tizi-Ouzou). Mémoire de Master En Parasitologie. Université Mouloud Mammeri Tizi ouzou.46p.
- Benabdelhafid F. et Abtouche R., 2019. Contribution à la connaissance de la situation de deux ruchers face à la varroase à Draa Ben Khedda. Mémoire de master en parasitologie. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.46p.
- BenAbdelmoumene Y-K. et Hachemaoui S., 2013. Étude préliminaire de la morphométrie des mâles d'abeilles domestique *apis mellifera* L et approche histologique de leur système reproducteur. Mémoire de Fin de cycle En vue de l'obtention du diplôme de Master en Environnement et Sécurité Alimentaire. Université Abderrahmane Mira de Bejaia. 70p.
- Biri M., 2010. Tout savoir sur les abeilles et apiculture (7ème Ed) Paris de vecchi, 302p.
- Biri M., 2011. Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture (7ème édition). Paris: devecchi.302p.
- Bleau N., 2020. Effets des probiotiques sur le microbiote intestinal de l'abeille mellifera (*Apis mellifera*) et sur la performance des colonies au printemps en climat nordique. Mémoire en maîtrise en biologie. Québec, Canada. 69p.
- Bouakaz K et Taib H., 2021. Organisation des sociétés d'abeilles. Mémoire de Master en Ecologie des milieux naturels UOEB.39p.
- Boucif O.E.W., 2017. Etude comparative de la diversité floristique de trois stations de Remchi (Wilaya de Tlemcen) et estimation de la qualité du miel récolté. Mémoire de

Master En Ecologie et Environnement (Pathologie des écosystèmes). Université de tlemcen.57p.

- Boucher S., 2021.Maladies des abeilles .France Agricole; 2e édition. 312p.
- Bouzeraa H., 2021. Biodiversité des abeilles domestiques *Apis mellifera* dans la région de Jijel et impact. Doctorat en physio toxicologie animale. Université Badji Mokhtar-Annaba.86p.

C

- Cavelier É., 2013. Le miel : composition et techniques de production. Mémoire de master de traduction italien-français. Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3. 121p.
- Çelik K., 2010 . The Beekeeper's Handbook. 190p.
- Cramp D., 2008 .A practical Manual of Beekeeping, Comstock Pub. Associates; 3rd edition. 229p.
- Chauzat M. P., 2021. Pénélope: «Les abeilles sont-elles conscientes qu'elles vont mourir si elles piquent?»
- Chauzat M.P., Faucon J.P. 2008. Varroas et autres maladies des abeilles : causes majeures de mortalité des colonies en France. In: Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France tome16. n°3. 257-263 p.
- Chaker L. et Azizi N., 2021. Etude de taux d'infestation du couvain d'abeilles domestiques *Apis mellifera* intermissa par le parasite *Varroa destructor* dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master en Parasitologie. Université Mouloud Mammeri Tizi ousou.46p.
- Charrière J.D. et Imdorf A., 2004. Protection des rayons contre la teigne. *Galleria melonella* L, n°25.16p.
- Clément H., 2011. Le traité Rustica de l'apiculture. Editions Rustica Paris. p528.
- Claing G., 2019. Prévalence d'agents pathogènes de l'abeille domestique (*Apis mellifera*) au Québec et leur impact sur la mortalité hivernale. Mémoire de master en sciences vétérinaires. Université Monreale .235p.

D

- Dade H.A., 1977. Anatomy and physiology of the honeybee, International Bee Research Association.
- Dacher M., 2005. Biologie de l'abeille et notions d'apiculture. 86p.
- Decrouy A., 2020 .Que mangent les abeilles - Nourriture de l'abeille.
- Diouf M., 2017. Analyse des pratiques apicoles et infestation à Varroa sp. dans les régions de Dakar et Thiès (Sénégal).125p.
- Diel J-P. et BINON P., Les maladies de la ruche. GDSA 07. 11p.
- Domi, 2017. biologie. 1-2p.
- Dussaubat Arriagada C., 2012. Effets de Nosema ceranae (Microsporidia) sur la santé de l'abeille domestique Apis mellifera L. Thèse pour obtenir le grade de docteur en sciences Agronomiques. L'université d'Avignon.180p.

E

- Eugénie L., plus de 7 année - le système digestif des abeilles.
- Evans JJT. 1967. Development and ultrastructure of the fat body cells and oenocytes of the Queensland fruit fly Dacus tryoni (Frogg). Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat. 81: 49–61p.

F

- Faucon J.P., 2013. La loque américaine. ANSES, Connaître, Evaluer, Protéger. 2p.
- Faucon J.P., 2014. La maladie des ailes déformées. Fiche pratique France Agimer, F.N OSAD, la santé de l'abeille. 4p.
- Fayet A. ,2014. morphologie & anatomie de l'abeille. 33p.
- Faucon J.P., 1992. Précis de pathologie, connaitre et traiter les maladies des abeilles. Ed.Fnosad, Riez, 512p.
- Fayet A. , 2016 .fiche pédagogique et Anatomie interne. 18p.
- Fekik T. et SEHAD O., 2022. Etude du comportement hygiénique chez l'abeille Apis mellifera intermissa L. dans la région de Tizgirt, willaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master en Production Animale. Université Mouloud Mammeri Tizi ouzou.61p.

Références bibliographiques

- Fekhar S., 2021. Etude bibliographique de la fausse teigne de la ruche ennemie de l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.). Mémoire de master en parasitologie. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.56p.
- Fernandez N. et Coineau Y., 2007. Maladies parasites et autres ennemis de l'abeille mellifera. Ed atlantica. 498p.
- Frère Adam, 1953. A la recherche des meilleures lignées d'abeilles (Second Voyage). Publié en français dans La Belgique Apicole, Vol. 19(4), 72- 80; avec leur permission. Original in Bee World, Vol. 35(10), 193-203 p.
- Fluri P. (2003). Directive de lutte contre les maladies des abeilles. Centre de recherche apicole, station fédérales de recherche laitière. 39p.
- Futura P.S. (2016). Les maladies et les prédateurs. L'abeille, sentinelle écologique.11p.

G

- Gerster F. (2012). Plan de développement durable de l'apiculture. Conseil général de l'alimentation de l'agriculture et des espaces ruraux. 31p.
- Gilles A., (2010), La biologie de l'abeille. Ecole d'apiculture sud- Luxembourg.26 p.
- Gilles F., 2008. apiculture l'levage des reines. Édition Rustica/ fler, Paris.106p.
- Gilles B., 2021.Passion Entomologie.
- Giraud F., 2013. La maladie des ailes déformées. LSA n° 256 : 7-8p.
- Ghalem-Berkani Z., 2012. Étude de quelques caractères transmis par les reines d'abeilles de race locale *Apis mellifera intermissa* sur trois générations. Doctorat d'état en sciences agronomiques .Ensaeha.143p.
- Guerriat H, et Guerriat O, 2023 .Des hyménoptères à l'abeille noire.
- Guerriat H, 2017. Etre performant en apiculture : Comprendre ses abeilles et les élever en harmonie avec la nature. Hozro Editions. 480p.
- Guerriat H. (2000).Etre performant en apiculture. Ed. Rucher du Tilleul. Pp: 51; 108; 113.

H

- Hamitouche M. et Sifaoui T., 2022. Étude de quelques caractéristiques morphométriques de l'abeille domestique *apis mellifera intermissa* dans la region de tizi

- ouzu. Mémoire de master en ecologie animale. Université Mouloud Mammeri Tizi ouzu.38p.
- Hamzaoui. Med Apiculteur. Président Adam blida, Novembre 2014. Abeille Saharienne en Algérie. 24 p.
 - Hacene F., 2017. Détermination épigénétique chez les abeilles (*Apis mellifica intermissa*).Mémoire de Master en Génétique et reproduction animale. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. 42p.
 - Hamitouche M. et Sifaoui T., 2022. Etude de quelques caractéristiques morphométriques de l'abeille domestique *Apis mellifera intermissa* dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master en Ecologie Animale. Université Mouloud Mammeri Tizi ouzu .38p.
 - Hamdi L. et 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 àYakouren. . Mémoire de Master en Parasitologie. Université Mouloud Mammeri Tizi ouzu .53p.
 - Haddad N. et Adjlane N., 2015. Effect of Some Honeybee Diseases on Seasonal Mortality of *Apis mellifera intermissa* in Algeria Apiaries. Proc Zool Soc DOI 10.1007/s12595-016-0188-5.
 - Henriette R., 2014. *Apis mellifera unicolor* et *Varroa destructor* à Madagascar : diversité génétique, impact et comportement hygiénique. Thèse en cotutelle pour l'obtention de diplôme doctorat en sciences. Ecole doctorale sciences et technologies santé, Université de la Réunion. 144p.
 - Hummel R. et Feltin M., 2014. Reconnaître les maladies des abeilles quand on est apiculteur débutant, syndicat des apiculteurs de Thann et environ. 10p.

I

- Ighobriouen K. et Lalam O., 2021. Inventaire des arthropodes dans la ruche d'abeilles domestiques *Apis mellifera intermissa* (Buttel Reepen, 1906) dans les régions de Tizi Ouzou et Bouira. Mémoire de Master en Ecologie Animale. Université Mouloud Mammeri Tizi ouzu.87p.
- Izerkhef M. et Haned S., 2022. Etude morphologique et histologique de l'abeille domestique *Apis mellifera* de la région d'Ouacif et Azeffoune. Mémoire de Master en

Biologie des populations et des organismes. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou .60p.

- Imdorf A. Rickli M. et Fluri P., 1996. La dynamique des populations d'abeilles. Estimation de la force de la colonie. Centre suisse de recherche apicole, station de recherches laitières. 34p.

J

- Jansegers E., 2007. Les produits de la ruche .Fiche pédagogique.
- Jeane F., 1998. Physiologie de l'abeille. L'alimentation. Bulletin Technique Apicole. 134p.
- Jean-Prost P. et Le Conte Y., 2008. Apiculture –Connaitre l'abeille conduire le rucher- Lavoisier tec & doc. Paris. 698p.

K

- Kerbastard N., 2020. Des abeilles, des humains et du miel. Thèse de doctorat en Pharmacie. Montpellier. 114 p.

L

- Lafon L., 2022. Le couvain saccifrome.
- Lafon L., 2022. La loque européenne.
- Leuzingere H., 1922-1928. L'acariose des abeilles en Valais. 25p.
- Le conte Y., Faucon J.P. (2002).Les maladies de l'abeille domestique. Le courrier de la nature n°196-special abeille. 32p.
- Le conte Y. (2005). Dans nos ruchers, Varroa destructor est un clone. Laboratoire de biologie et protection de l'abeille, INRA Avignon. Abeille n°108. 2p.
- Le conte Y. et Navajas M., (2008). Changements climatiques : impact sur les populations d'abeilles et leurs maladies, 485-497 p.
- Louveaux J., 1985. Les abeilles et leur élevage. 2eme édition Opida, Paris, p 265.

M

- Maréchal P., 2014. Les abeilles comme vous ne les avez jamais vues, Édition compagne&compagnie. 192p.

- Marchenay et Laurence 2007, L'homme l'abeille et le miel, 221 p.
- Merlo B., Anatomie et morphologie de l'abeille domestique (*Apis mellifera*). p32
- Mekaoui S., 2018. Etude de l'effet acarici de deux huiles essentielles contre l'acarien *Varroa destructor* parasite de l'abeille domestique (*Apis mellifera*). Mémoire de Master en protection des plantes cultivée. Université mouloud Mammeri Tizi ouzou. 36p.

O

- Oie. 2013. Infestation des abeilles melliferas à *Varroa* spp. (varroose), Chapitre 9.6, Article 9.6.1.

P

- Paes de Oliviera V.T., Da Cruz-Landim C., 2003. Morphology and function of insect fatbody cells. 12 p.
- Pouvreau A. et Robert P., Maladies et parasites des bourdons. Bures-sur-Yvette. Guyancourt. 23p.
- Prost J.P. et Le Conte Y., 2005. Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher. 7ème Édition Lavoisier. Paris. 698p.
- Prost J.P. 1987. Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher. 6ème édition, éd. Bailliere J .B. Paris. 579p.

Q

- Quendolo D., 2016 .Les abeilles biologie et comportements, Édition Frison Roche. 464p.

R

- Ravazzi G.2007. abeilles et apiculture. Éd de vecchi. Paris. 159 p.
- Ruttner F., (1988). Biogeography and taxonomy of honeybees. Springer Verlag Berlin. 292p.
- Ruttner F., (1990) .The Dark European Honey Bee BIBBA.

S

- Sandmeyer A., 2021. 6 principales maladies ducouvain.
- Santos C.G., Serrão J.E., 2006. Histology of the ileum in bees (Hymenoptera, Apoidea). Brazilian Journal of Morphological Sciences. (23): 405-413p.
- Spürgin A., 2010. Guide de l'abeille, Édition Delachaux et Niestlé SA, Paris. 126p.

T

- Techer M., 2012. Diversité et structure génétique de l'abeille *Apis mellifera*. Mémoire de stage en Biodiversité Écosystèmes Tropicaux. Université de La Réunion. 76p.

V

- Vidal-Naquet N., 2011. Pathologie(s) de l'abeille domestique d'élevage *Apis mellifera* L. Académie Vétérinaire de France, n°:4. 22p.
- Vidal-Naquet N., 2012. Les maladies de l'abeille domestique d'élevage *Apis mellifera* L. In: Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France tome 165 n°4. 307-31 p.

W

- Waring C. et Waring A., 2012. Abeilles tout savoir sur l'apiculture. Artémis éditions. 179p.
- Weber J., Carré S., Joubert V., Le Conte Y. et Morison N. Les maladies des abeilles. 12, rue de prony • 75017 paris France. 6p.
- Wilson-Rich N., 2016. ABEILLES une histoire naturelle, Édition française. 224 p.
- Winston L.M., 1993. La biologie de l'abeille. Éditions Nauwelaerts et Frison-Roche. Paris. 276p.

Y

Références bibliographiques

- Yahiaoui S., 2020. Les principales maladies de l'abeille dans la wilaya de Bouira. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme master en Sciences Agronomiques. Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira. 54p.

Annexe

Fiches technique d'histologie

Fiche technique N°1 :

Bouin holland : fixateur (GABE, 1968)

Broyer à froid dans un mortier :

Acétate de cuivre..... 2,5g

Eau distillée100 ml

Agiter puis ajouter peu à peu :

Acide picrique.....4 g

Le liquide se conserve indéfiniment.

Filtrer après complète dissolution et ajouter :

Formaldéhyde 36-40% (en solution saturée)..... 10 ml

Acide acétique cristallisable.....1 ml

Fiche technique N°2 :

Eau gélatinée de Masson (MARTOJA et MARTOJA, 1967) :

Gélatine en poudre..... 0,1 à 0,5g

Eau distillée100 ml

Verser la poudre dans l'eau distillée et laisser gonfler pendant un moment puis tiédir sur une platine chauffante.

Conservation limitée.

Fiche technique N°3 :

Trichrome de Masson (MARTOJA et MARTOJA, 1967) :

Mode opératoire :

Les coupes déparaffinées hydratée passent successivement dans :

L'hématoxyline de Groat.....3 minutes

Lavage à l'eau courante.....5 minutes

Mélange fuchsineponceau.....5 minutes

Eau acétifiée à 1%.....Rinçage

Orange G5 minutes

Eau acétifiée à 1%.....Rinçage

Vert lumière5 minutes

Eau acétifiée à 1%.....Rinçage

Ensuite les coupes sont déshydratées et montées au baume de canada

Résultats

Les noyaux sont colorés en brun noir.

Les cytoplasmes en rouge vif ou bleu. Annexe

Hématoxyline de Groat (MARTOJA et MARTOJA, 1967) :**Préparation à froid :**

Première solution :

Acide sulfurique concentré.....0,8 ml

Alun de fer.....1g

Eau distillée.....50 ml

Deuxième solution :

Hématoxyline.....0,5g

Alcool à 95°.....50 ml

Après dissolution, mélanger les deux solutions, laisser reposer pendant une heure et filtrer.

Se conserve pendant trois mois environ.

Mélange fuchsine acide ponceau (MARTOJA et MARTOJA, 1967) :**Préparation à froid :**

Fuchsine acide..... 0,1g

Ponceau 0,2g

Eau distillée 300 ml

Après dissolution ajouter :

Acide acétique..... 0,6 m

Conservation illimitée.

Orange G (MARTOJA et MARTOJA, 1967) :

Acide phosphomolybdique ou phosphotungstique.....3 à 5g

Eau distillée.....100 ml

Orange G.....2g

Conservation illimitée.

Vert lumière (MARTOJA et MARTOJA, 1967) :

Vert lumière1g

Eau distillée.....100 ml

Acide acétique.....0,2ml

Conservation illimitée

Résumé

Le présent travail porte sur la détermination des différentes parties morphologiques et les structures histologiques du système digestif de l'abeille domestique *Apis Mellifera* au niveau de deux stations Ait Oumalou (contient 12 ruches) et Sidi-Daoud (contient 3 ruches). Cette étude a été réalisée sur 45 individus d'abeilles et sur quelques larves. Les résultats obtenus montrent que la technique de récupération nous permet de récupérer les organes du tube digestif du ventricule, tube Malpighi, intestin grêle jusqu'au rectum. L'étude histologique montre qu'ils sont constitués par une couche épithéliale qui se repose sur une lame basale et une lumière contaminées par des spores au niveau des deux régions chez les ouvrières et les larves, cette contamination résulte de l'existence de la maladie de la nosérose, alors que les mâles ne présentent aucune contamination.

Mots clés : *Apis mellifera*, histologie, système digestif, spore.

Abstract

This work focuses on the determination of the different morphological parts and histological structures of the digestive system of the honeybee *Apis Mellifera* at the level of two stations Ait Oumalou (contains 12 hives) and Sidi-Daoud (contains 3 hives). This study was carried out on 45 individual bees and a few larvae. The results obtained show that the recovery technique allows us to recover the organs of the digestive tract from the ventricle, Malpighian tube, small intestine to the rectum. The histological study shows that they are constituted by an epithelial layer which rests on a basal lamina and a light contaminated by spores at the level of the two regions in the workers and the larvae, this contamination results from the existence of the disease. nosemosis, while the males show no contamination.

Keywords: *Apis mellifera*, histology, digestive system, spore.