



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGR/2023

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection des Végétaux

Présenté par :

MALKI Sabrine

Thème

**Evaluation de l'effet combiné de l'insecticide
(Acephan20sp) et l'agent pathogène *Nosema sp.* chez
l'abeille, *Apis mellifera* dans la région de Bouira**

Soutenu le: 12/09 /2023

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mme DJENADI Katia</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Présidente</i>
<i>Mme MOUHOUB SAYAH Chafika</i>	<i>Professeur</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mme Zamoum Nadjat</i>	<i>Doctorante</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Co-promotrice</i>
<i>Mme CHERIFI Assia</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Avant tout nous remercions ALLAH tous puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce travail.

On tient à remercier notre promotrice Mme. Mouhoub Sayah Chafika de nous avoir proposé ce sujet intéressant, de nous avoir guidé. Nous les remerciant également pour ces précieux conseils et soutien tout au long de notre travail.

On tient à remercier Mme.Djenadi Katia de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre soutenance.

Nos remerciements s'adressant également à Mme Cherifi Assia d'avoir acceptée d'évaluer ce travail, avec l'espoir d'être à la hauteur de son attente.

Nous remercions Mme. Zaamoum Nadjjet pour son aide tout au long de notre travail et pour ces conseils précieux, son encouragement et son soutien moral.

Nous remercions Mme Dadoun Nadjma de nous avoir partagé avec nous son savoir sur les abeilles.

Nous tenons aussi à remercier pour leur précieuse collaboration les institutions suivantes :

- DSA (Direction des services agricoles) de Bouira
- Division agricole de Lakhdaria
- Les apiculteurs de Lakhdaria (Me Hambli Mohamed Amine et Me Aissani Nacer)

Un grand merci à tous les passionnés des abeilles.

Dédicace

Je dédie cet humble travail avec un grand amour, sincérité et fierté :

A mes chers parents, source de tendresse, de noblesse et d'affection.

Merci d'avoir cru en moi et de m'avoir encouragée dans cette voie. C'est grâce à dieu et à vous que j'ai pu arriver jusqu'ici. Vous êtes tous les deux ma source de force et je sais que vous êtes fiers de moi.

A mon frère et ma sœur, en témoignage de la fraternité, avec mes souhaits de bonheur, de santé et de succès.

A mes amis et mes collègues, à tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment et à tous les patients atteints de cancer et nous demandons à Dieu de les guérir

inch'Allah.

Liste des Tableaux

Tableau01 :Les principales glandes indépendantes des abeilles	10
Tableau 02 : Températures mensuelles de la région de Bouira	43
Tableau 03 : précipitation moyennes mensuelles de la région de Bouira	43

Liste des Figures

Figure01 : a) Phylogénie de la sous-famille, tribu et genre des abeilles Apidae. b) Histogramme indiquant le nombre d'espèces décrites pour chaque groupe. En rouge, position de l'abeille <i>A. mellifera</i>	5
Figure02 : Carte de la distribution géographique des 29 sous-espèces reconnues d' <i>Apis mellifera</i> dans son aire de répartition naturelle avec indication de la répartition des lignées évolutives A, C, M, O et le sous-groupe Z (sous-lignée africaine mais divergente des 4 lignées évolutives au niveau nucléaire	6
Figure 03 : Anatomie externe de l'abeille	7
Figure 04 : Anatomie interne de l'abeille	9
Figure05 : Localisation de glandes à phéromones chez l'abeille <i>Apis mellifera</i>	11
Figure 06 : Les castes d'abeilles	13
Figure 07 : Phase de développement du couvain pour les trois castes d'abeille.....	15
Figure08 : Communication chez l'abeille	17
Figure 09 : Production du miel dans le monde	19
Figure10 : Les différents facteurs causant la mortalité des abeilles.....	23
Figure11 : Loque américaine.....	27
Figure 12 : Loque européenne.....	28
Figure 13 : <i>Varroa destructor</i> : A : vue dorsale. B : vue ventrale.....	29
Figure14 : <i>Acarapis woodi</i> observée avec microscope électronique	30
Figure 15 : (A) <i>Nosemacerana</i> et (B) <i>Nosema apis</i> observé avec microscope électronique et au microscope photonique	31
Figure 16 : Les différentes familles des insecticides	38
Figure 17 : Action des pesticides sur les abeilles.....	40
Figure 18 : localisation de la région de Bouira (DSA 2019.....	42
Figure 19 : Climagramme de la période (1992-2022	43
Figure 19 : Climagramme ombrothermique de la période 1992-2022 dans la région de Bouira ...	45
Figure 20 : Carte géographique de la région de Lakhdaria	46
Figure 21 : les stations des apiculteurs visités	48
Figure 22 : Situation de la localité étude village Bouremdjane–ESSABT	49
Figure 23 : Emplacement des ruches (RA1).....	50
Figure 24 Situation de la localité d'étude du village Takoucht.....	51

Figure 25 : Emplacement de rucher (RA2)	51
Figure 26 :Prélèvement des échantillons	52
Figure 27 : Structure chimique de l'acetamidide.....	53
Figure 28 : Matériel utilisé au laboratoire.....	55
Figure 29 : Matériel utiliser sur le terrain pour l'échantillonnage des abeilles.....	56
Figure 30 : Les étapes de l'extraction des spores de nosémose	60
Figure 31 : Variation des ruches par commune et par année	62
Figure 32 : variation de la production de miel par commune et par année	63
Figure 33 : enquête chez les apiculteurs.....	64
Figure 34 : enquête chez les points de ventes des produits phytosanitaires.....	65
Figure 35 : enquête chez les agriculteurs	66
Figure 36 : toxicité de l'Aceplan 20sp vis-à-vis de lots d'abeilles du rucher (RA1)	68
Figure 37 : toxicité de l'Aceplan 20sp vis-à-vis de lots d'abeilles du rucher (RA2)	69
Figure 38 : droite de régression d'Aceplan 20sp en fonction des doses du rucher(RA1)	70
Figure 39 :dénombrement des spores de la nosémose dans les échantillons d'abeille du rucher (RA1).....	71
Figure 40 : Observation des échantillons d'abeilles sous microscope photonique (Grx40) montre l'importance des spores.....	72
Figure 40 : Observation des échantillons d'abeilles après traitement sous microscope photonique (Grx40)	73

Sommaire

Remerciment	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I.1. Biogéographie d' <i>Apis mellifera</i>	4
I.2.Position systématique	6
I.3.Anatomie générale de l'abeille.....	7
I.3.1. Morphologie externe.....	7
a-La tête.....	7
b- Le thorax	7
c- L'abdomen	7
I.3.2. Morphologie interne de l'abeille.....	8
a- L'appareil respiratoire	8
b- L'appareil circulatoire	8
c- L'appareil digestif et excréteur	8
d- Le système nerveux	9
e- Système endocrinien.....	9
f-Système glandulaire.....	10
I.4.les différents castes d'abeille.....	11
I.4.1. La reine	11
I.4.2. Les ouvrières	12
I.4.3. Les faux-bourdons (les mâles)	12
I.5. Reproduction et cycle de développement	13
I.6. Système de communication chez l'abeille.....	16
I.7. Le rôle des abeilles dans l'écosystème.....	17
I.7.1. Le rôle biologique	17
I.7.2. Le rôle économique.....	18
I.7.3. Le rôle bio-indicateur	18
II. Généralité sur les l'apiculture.....	19
II.1.Historique de l'apiculture.....	19
II.2. L'apiculture dans le monde.....	19

II.3. L’apiculture en Algérie	20
II.4.Produis apicoles	20
II.4.1.Miel	20
II.4.2.Gelée royal	20
II.4.3.Pollen	21
II.4.4.Propolis	21
II.4.5. Cire	21
II.4.6. Venin	22
III. Le déclin des populations d’abeille	
III.1. Le déclin des abeilles	23
III.2.Causes du déclin de population des abeilles	24
III.2.1. Syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles	24
III.4.2. Le changement climatique	24
III.4.3. Les pratiques agricoles	25
III.4.4. Les pratiques apicoles	25
III.4.5. Les agents biologiques	26
III.4.5.1. La loque américaine	26
III.4.5.2. La loque européenne	27
III.4.5.3.La varroas	28
III.4.5.4. L’acariose	29
III.4.5.5. La nosérose	30
a. Morphologie	30
b .Cycle de vie	31
c. Symptômes	32
d. Traitements	32
e.Prévention	32
IV. Les pesticides et leurs effets sur les abeilles	
IV.1. Définition de pesticide	33
IV.2. Classification des pesticides	33
IV.2.1. Classification selon la nature des cibles visées	33
IV.2.2. Classification selon la nature chimique de la matière active	35
IV.2.2.1. Les pesticides organiques	35
A/Les organochlorés	35

B/ Les organophosphorés.....	35
C/ Les carbamates	35
D/ Les pyréthrinoïdes de synthèse	35
IV.2.2.2. Les pesticides inorganiques	37
IV.2.2.3. Les bio-pesticides	37
IV.3. Voies d'exposition des insecticides sur les abeilles.....	38
IV.4. Effets des pesticides sur les abeilles.....	38

Chapitre II. Matériels et les méthodes.

I. Présentation des données du milieu d'étude	41
I-1. Données géographique sur la région.....	41
I.1.1. Facteurs climatique du milieu d'étude	42
I.1.1.1 Température.....	43
I.1.1.2. Pluviométrie	43
I.1.1.3. Synthèse climatique	43
a-diagramme Ombrothermique de Bagnoule et Gausson	43
b-Climagramme d'Emberger	44
I.2. Présentation de la station d'étude	46
II. Enquête sur l'état des apiculteurs et l'utilisation des produits phytosanitaire dans la station de Lakhdaria	47
III. Protocole expérimentale de l'étude de l'interaction de l'insecticide et la nosérose	48
III.1. Choix des localités d'échantillonnage des abeilles	48
III.2. Diagnostic de la nosérose dans les ruches des abeilles	52
III.3. Choix des abeilles.....	52
III.3. Caractéristiques de l'insecticide Aceplan 20sp	52
III.4. Test de toxicité de l'insecticide Aceplan 20sp	54
III.4.1. Présentation des concentrations de l'insecticide Aceplan 20sp	54
III.4.2. Méthodes de prélèvement des abeilles sur le terrain.....	55
III.4.3. Contamination des abeilles par le pesticide	56
III.4.4. Contrôle de la mortalité	57
III.5. Diagnostic de la nosérose dans les ruches d'abeilles.....	58
III.5.1. Préparation des échantillons.....	58
III.5.2. Recherche des spores de la nosérose au laboratoire	58
IV. Méthodes d'exploitations des données	61

Chapitre III : Résultats et discussions

I. Résultats.....	62
I.1.Aperçu sur la situation de l'apiculture dans la région de Bouira	62
I.1.1 Nombre de ruches	62
I.1.2.La production de miel	63
II. Enquête sur l'état de l'apiculture et l'utilisation des produits phytosanitaires de la station de Lakhdaria	64
II.1.L'enquête chez les apiculteurs	64
II.2.Enquête chez les points de vente	65
II.3.Enquête chez les agriculteurs	66
III. Protocole expérimental de l'interaction de l'insecticide et la noséose chez les abeilles <i>Apis mellifera intermissa</i>	68
III.1.Diagnostic de la noséose dans les ruches	68
III.2.Test de la toxicité de l'insecticide Aceplan 20sp	68
III.2.1.Evaluation de la mortalité durant le test	68
III.2.1.1 Détermination de la DL 50.....	70
III.3. Diagnostic de la noséose	71
III.3.1. Recherche des spores de la noséose	71
III.3.2. Recherche des spores de la noséose après traitement	72
II. Discussions	74
II.1.Enquête sur la situation de l'apiculture et l'usage de pesticides dans la région d'étude	74
II.2.Protocole expérimental de l'étude de l'interaction de l'insecticide et la noséose chez <i>Apis mellifera intermissa</i>	76
Conclusion.....	80
Références bibliographiques	83

Annexe

Résumé

INTRODUCTION

Introduction

Les premières plantes à fleurs (Angiospermes) sont apparues sur terre, durant les crétacés il y a environ cent million d'années. Les insectes et les angiospermes résistent aux changements climatiques et ont évalué ensemble pour donner naissance à 250 000 espèces d'Angiospermes et 20 000 espèces d'insectes pollinisateurs, dont les abeilles. Les fossiles d'abeilles les plus anciens ont été retrouvés aux États-Unis et dans la mère baltique datent d'il y a 50 jusqu'à 95 millions d'années cependant, l'abeille mellifère est beaucoup plus récente et elle existe depuis environ deux millions d'années (Adam, 1985). Elle est exploitée par l'homme depuis 7000 ans (Crane, 1990).

En temps que insecte pollinisateur domestique, *A. mellifera* a occupé une place importante dans l'agriculture mondiale, à tel point que le seul continent sur lequel elle n'a pas été importée est l'antarctique (Winston, 1987). Elle est utilisée par l'homme non seulement pour produire de la cire ou du miel depuis le Néolithique (Roffet-Salque *et al.*, 2015), ainsi pour sa grande capacité de pollinisation de diverses plantes à fleurs (Aston et Bucknall, 2009). La demande en service de pollinisation pour l'agriculture est en augmentation constante (Aizen et Harder, 2009). Une partie des apiculteurs aux États-Unis, n'utilise plus les abeilles pour produire du miel mais surtout pour le service de pollinisation qu'elles offrent, transhumant leurs ruches d'une région de monoculture à une autre, et ce à travers tout le continent Nord-Américain (Morse et Calderone, 2000), la production de plusieurs cultures diminue de plus de 90% pendant leur absence (Southwick and Southwick Jr, 1992). En outre, elles contribuent à l'évolution et la préservation de la biodiversité des écosystèmes et elle est également considérée comme un vrai bio-indicateur de l'environnement (Le conte et Nadjas, 2008 ; Clément, 2009 ; Hadley et Betts, 2012).

Ces dernières années, les colonies d'abeilles subissent des pertes importantes dans le monde entier. Ce phénomène est souvent appelé syndrome d'effondrement des colonies ou Colony Collapse Disorder (CCD)(Dussaubat, 2009). Cet effondrement est brutal, une colonie apparaît en bonne santé puis soudainement va perdre des ouvrières adultes, sans qu'il ait de cadavres près de la ruche. Ainsi dans une ruche il ne restera que la reine, le couvain, quelques jeunes ouvrières, du miel et du pollen. De ce fait, privée de ses forces vitales que sont les butineuses, la colonie va disparaître en très peu de temps (Mackowiak, 2009).

Actuellement, les apiculteurs et les scientifiques, signalent une diminution significative des populations d'abeilles à l'échelle mondiale (Van Der Sluijs *et al.*, 2013). La mortalité des

Introduction

abeilles serait due, dans certains cas, à l'action de plusieurs facteurs_biotique (pathogènes, prédateurs , bactéries, champignons, virus) ou abiotique (pesticides, pratiques apicoles, pratiques agricoles, les ondes électromagnétiques). Dans d'autre cas des nombreuses interactions de ces facteurs de stress pourrait entraîner la perte des colonies (Claudia Dussaubat, 2012). Des différentes études mettent en évidence le rôle prépondérant des interactions de ces agents sur la santé des abeilles, elles ont montrés que le taux de mortalité d'abeilles exposés simultanément à ces facteurs de stress était beaucoup plus important que celui d'abeilles exposées séparément à chacun de ces deux agents stressants et que ces interactions peuvent contribuer à la perte des colonies.

En Algérie, la plupart des études menées sur les facteurs causant la mortalité des abeilles se sont intéressées a les étudier séparément sans liens de cause à effet. Par contre les études faisant état des interactions entre les facteurs stressant sont absentes. En effet, certaines études ont bien montré les conséquences néfastes des pesticides sur la biologie de l'abeilles (Chahbar et al.,2011., Nabti, 2015., Aribi et Cheradid, 2020). Par ailleurs d'autres recherches se sont focalisées sur l'impact des maladies sur les populations de cet insecte : (la loque Américaine :Adjlane, 2012 ; la varroase : Dadoune, 2021 ; la nosérose : Kana et Moula 2022).

Plusieurs études montrent que l'interaction nosérose et pesticide est le phénomène le plus préjudiciable pour le secteur apicole. En effet, Régis (2020) montre que le taux de mortalité des colonies d'abeilles par l'interaction synergétique entre nosérose et les insecticides neurotoxiques est de 84%. Almasri (2020), a également confirmé dans son étude sur la toxicologie des mélanges des pesticides chez des abeilles exposées à un agent pathogène (*Nosema sp*) que la probabilité d'infection par la nosérose est augmentée lorsque les abeilles sont exposées aux pesticides via leurs nourriture.

Selon le décret exécutif N° 95 -66 du 23 Février 1995, en Algérie, la nosérose fait partie de la liste des maladies animales dont la varroase, les loques américaines et européennes et l'acariose à déclaration obligatoire.

Cette maladie constitue une vraie menace pour les colonies d'abeilles, c'est une grave maladie des abeilles à l'état imaginal causée par *Nosema sp* microorganisme unicellulaire qui infecte l'épithélium de la paroi du mésenteron de l'abeille ouvrière (Faucon, 2005). *Nosema sp* forme des spores résistantes qui restent viables pendant de longues durées. L'infection peut aboutir à des diarrhées (Fries, 1988).

Introduction

De l'ensemble de ces considérations découle notre travail dont l'objectif sera de donner un aperçu général sur la situation de l'apiculture dans la région de Bouira et particulièrement dans la commune de Lakhdaria mais aussi d'étudier les effets de l'insecticide, Aceplan et son interaction avec la nosérose chez l'abeille *A. mellifera*. Le travail sera organisé en trois chapitres dont le premier traite une revue de la littérature sur l'abeille, relatant successivement, sa biologie, des généralités sur l'apiculture, des effets des pesticides sur cette dernière ainsi que des causes des risques de son déclin.

Le deuxième chapitre montre les protocoles expérimentaux et le matériel utilisés sur le terrain et au laboratoire pour réaliser ce travail. Le troisième chapitre présente l'interprétation et la discussion des résultats obtenus à travers de cette modeste approche scientifique.

CHAPITRE I

I. Généralité sur les abeilles

I.1. Biogéographie d'*Apis mellifera*

En raison de son rôle écologique (Allen-Wardell et *al.*, 1998 ; Michener, 2007) et économique majeur (Southwick and Southwick, 1992 ; Costanza et *al.*, 1997), la taxonomie et la biogéographie d'*Apis mellifera*, abeille domestique de la famille des Apidae (Ordre : Hymenoptera), ont été largement étudiées (Fig 01). Comme les neuf autres espèces appartenant au genre *Apis*, dont la distribution géographique est limitée à l'Asie (Ruttner, 1988), *Apis mellifera* est naturellement présente sur une vaste étendue géographique qui recouvre l'Afrique, l'Europe et le Moyen-Orient (Sheppard et Meixner, 2003, Whitfield et *al.* 2006 ; Han et *al.*, 2012). Elle occupe un large d'habitats, des déserts (Shaibi et Moritz, 2010) aux forêts tropicales (Fletcher, 1978), en passant par des milieux montagneux (Le Conte et Navajas, 2008), en passant par les milieux montagneux et les toundras (Toullec, 2008). Ses populations couvrent donc une large gamme éventail des conditions écologiques et climatiques auxquelles elle a pu s'adapter.

D'après Ruttner (1988), il existe 29 sous-espèces ont été décrites sur la base de critères morphologiques, génétiques et comportementaux. Certaines présentent des variations considérables qui justifient leur subdivision en plusieurs écotypes régionaux (Meixner et *al.*, 2013). Les différentes sous-espèces sont issues de cinq lignées évolutives majeures (Garnery et *al.* 1992), cette histoire évolutive est supportée par les études morphologiques, comportementales et génétiques (Arias et Sheppard 1996): la lignée A, qui inclus les sous-espèce d'Afrique, allant à la lignée M, qui inclus les sous-espèces du Nord et de l'Ouest de l'Europe (Franck et *al.* 2000) ; en passant à la lignée C, qui inclus les sous-espèces d'Europe de l'Est (Franck et *al.* 2001) ; la lignée O qui inclus les sous-espèces de Turquie et du Moyen-Orient ; enfin la lignée Y, située au Nord-Est de l'Afrique (Fig 02) (Miguel et *al.* 2011).

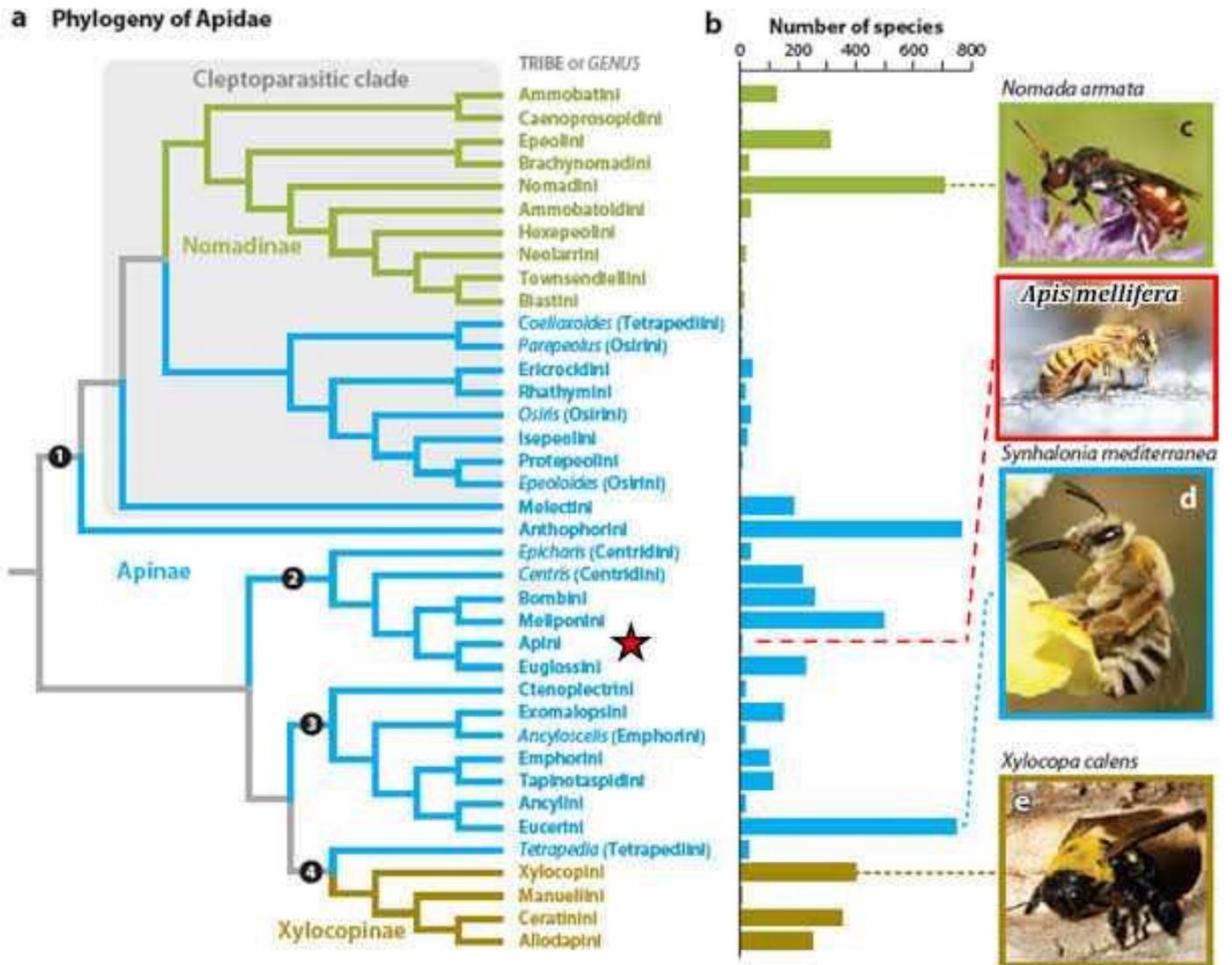


Figure01 : a) Phylogénie de la sous-famille, tribu et genre des abeilles Apidae. b) Histogramme indiquant le nombre d'espèces décrites pour chaque groupe. En rouge, position de l'abeille *A. mellifera* (Danforth et al., 2013).



Figure02: Carte de la distribution géographique des 29 sous-espèces reconnues d'*Apis mellifera* dans son aire de répartition naturelle avec indication de la répartition des lignées évolutives A, C, M, O et le sous-groupe Z (sous-lignée africaine mais divergente des 4 lignées évolutives au niveau nucléaire) (Techer,2015).

I.2.Position systématique

Marchenay et Laurence (2007) rappelle la classification de l'abeille domestique *Apis mellifera* comme suit :

Embranchement : Arthropodes

Sous-embranchement : Mandibulates

Classe : Insectes

Sous classe : Ptérygotes

Ordre : Hyménoptères

Sous-ordre : Apocrites

Section : Aculéates (Neopteres)

Famille : Apidés

Genre : *Apis*

Espèce : *Apis mellifera*

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Sous-espèce : *Apis mellifera intermissa*

I.3. Anatomie générale de l'abeille

I.3.1. Morphologie externe

Les abeilles sont comme tous les insectes, possède un corps recouvert d'une cuticule externe sert la protection du corps de l'abeille qui est constituée d'une cuticule. Cette dernière comprend : l'epicuticule, l'exocuticule et l'endocuticule. (Fayt, 2014).

Le corps de l'abeille est composé des parties suivantes :

a-La tête : est de forme ovoïde chez la reine, triangulaire chez les ouvrières et arrondie chez les abeilles mâles (Catayas, 2016), avec des très grandes yeux composés et trois ocelles. Cela inclut également les antennes qui permettent la communication et les pièces buccales (Gustin, 2008).

b- Le thorax : est la partie la plus dure du corps (Riondet, 2013). Ce dernier est constitué de trois segments appelés : prothorax, mésothorax et métathorax (Bakiri, 2018).

Il assure le mouvement de l'abeille car il contient trois paires de pattes et deux grandes ailes et deux petites (Fig03) (Clément, 2010), les ailes antérieures et postérieures s'accrochent grâce à des crochets s'appellent hamuli (Pool, 2008). Le thorax contient des muscles puissants et trois paires d'orifices respiratoires appelés stigmates (Le conte, 2011).

c- L'abdomen : est la partie la plus grosse (Dade, 2014) (Fig03), il est constitué de 7 anneaux mobiles qui peuvent s'étendre selon le besoin (frères et guillaume., 2011). Il contient les systèmes respiratoire, circulatoire, digestif, et un certain nombre de glandes. Il se termine par l'appareil vulnérant, l'appareil reproducteur et le rectum (Winston., 1993).

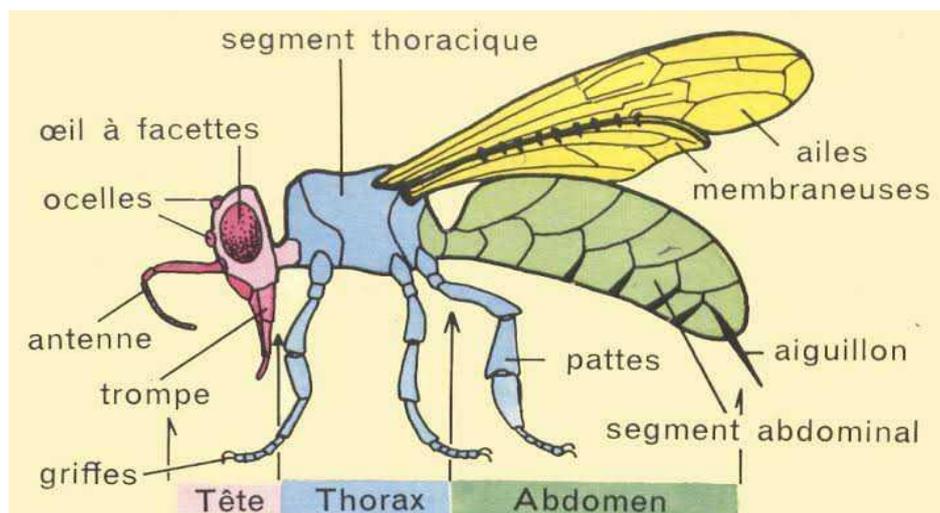


Figure 03 : Anatomie externe de l'abeille (Lequet, 2010).

I.3.2. Morphologie interne de l'abeille

a- L'appareil respiratoire

Les abeilles possèdent un système respiratoire assez développé constitué de trachées s'ouvrant sur la surface du corps au niveau de stigmates (Ioriche, 1979). Dans chaque segment thoracique et abdominal, les trachées s'ouvrent sur l'extérieure par une paire de stigmates, qui comprennent une valve et une chambre munie de poils permettant la filtration de l'air. Les mouvements respiratoires sont initiés par des muscles qui commandent l'ouverture et la fermeture des valves, formant ainsi une puissante pompe. Les sacs aériens facilitent aussi le vol des abeilles en réduisant le poids totale des abeille (Fig04) (Biri, 2010 ; Le Conte,2011)

b- L'appareil circulatoire:

L'hémolymphe (le sang de l'abeille) circule dans tout le corps; sans réseau de vaisseaux sanguins comme chez les mammifères. L'hémolymphe ne transporte pas l'oxygène et ne contient donc pas d'hémoglobine ; elle est incolore. (Biri, 2010 ; Le Conte,2004) . Le système circulatoire(Fig04) est constitué uniquement d'un cœur dorsal et d'une aorte reliant la tête à l'abdomen (Winston, 1993).

c- L'appareil digestif et excréteur

Le tube digestif s'étend de l'orifice buccal à l'orifice anal, situé au-dessous des vaisseaux dorsaux (cœur) et au-dessus de la chaîne ganglionnaire abdominale (Biri, 2010). D'après, Adam(2010) le tube digestif est composé de trois parties :

l'intestin antérieur qui comprend le pharynx, l'œsophage, le jabot, l'estomac proprement dit d'origine épidermique allant à **l'intestin moyen** ou ventricule qui assure la digestion, et l'absorption, l'intestin postérieur composé du duodénum et du rectum. Le rectum est également extensible pour pouvoir stocker les excréments en passant à **l'intestin postérieur** qui est constitué d'un épithélium aplati, recouvert d'une cuticule chitineuse (Faucon, 1992).

Le système excréteur de l'abeille (fig04) n'est pas composé de reins, mais de tubes de Malpighi annexés au niveau du pylore (Winston, 1993).

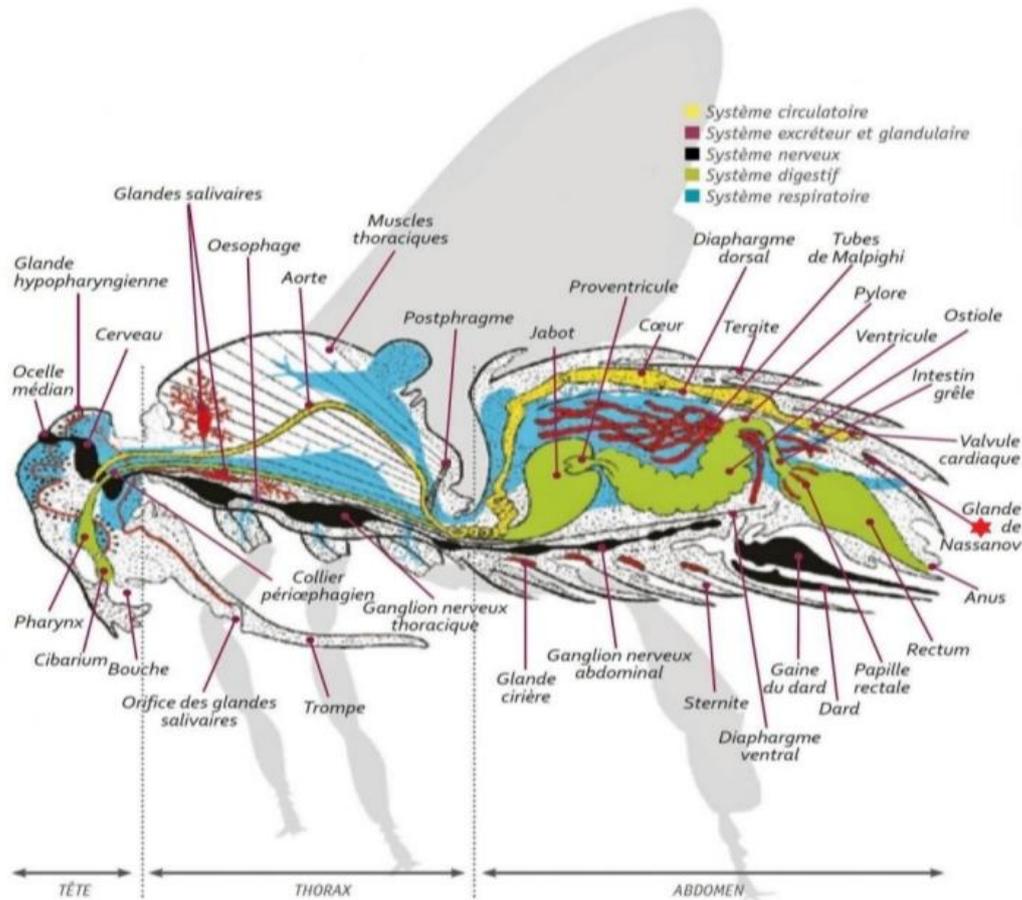


Figure 04 : Anatomie interne de l'abeille (Fayet, 2014).

d- Le système nerveux :

Selon Le Conte(2011), un système nerveux l'abeille (Fig 04) est composé de deux ensembles complémentaires : un système nerveux central comprend une série de ganglions abdominaux nerveux et un système nerveux thoracique, aussi il assure le lien entre l'animal et son environnement (Dade ,2014)

e- Système endocrinien :

Il touche les hormones qui participent à la régulation de la physiologie de l'abeille à de plusieurs niveaux (hormone juvénile, hormone de mue, ...). L'hormone juvénile intervient notamment dans l'évolution du système immunitaire chez l'abeille (Adam *et al*, 2005). De plus, il sécrétée lors du stade larvaire et participe au maintien des propriétés larvaires. En passant à l'hormone de mue ou l'ecdysone intervient pour contrôler le processus de mue et de la métamorphose (Pédago, 2002).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

f-Système glandulaire :

Il est très complexe et évolue en fonction de l'âge et du rôle de chaque l'individu dans la ruche.

Tableau01 : Les principales glandes indépendantes (Prost, 2005).

Glande	Localisation	Fonction
Glande salivaire	Une paire au niveau de la tête et une paire dans le thorax	Dissolution des sucres, transformation de la cire, fabrication des cellules pour le couvain
Gland mandibulaire	Base des mandibules	Reine : production de phéromones, hormones d'attraction sexuelle Ouvrières : gelée royale, ferments, agents anti- agglomérant pour la transformation de la cire et de la propolis, phéromone d'alarme.
Glandes Hypophrygiennes	Dans la tête	Sécrétion gelée royale pour le couvain et la reine, ferments, stockage de substances en réserve chez les abeilles d'hiver
Glande de Nasanov	Entre la dernière et l'avant-dernière écaille Dorsale	Phéromone de marquage

Selon Maréchal (2014), il reste encore chez l'abeille des glandes dont le rôle est différents tels que :

- **Les glandes cirières** : les 8 glandes cirière se développent jusqu'au 12 éme jour et s'atrophient chez les abeilles butineuses. Pour que les glandes fonctionnent bien , les abeilles doivent avoir reçu du pollen en bonne quantité les 6 premiers jours de leur vie.
- **Les glandes à venin** : dès qu'une ouvrière pique, le venin est libéré par le dard .l'abeille perd son dard et elle meurt quelques instant plus tard.
- **Les glandes de Dufour** : les sécrétions servent surtout de marqueur répulsif de courte durée pour indiquer par exemple les fleurs qui viennent d'être visitées.
- **Les glandes d'Arnhart ou tarsiales** : une phéromone d'empreinte, un marquage du pied laissé sur les fleurs butinées et à l'entrée de la ruche.

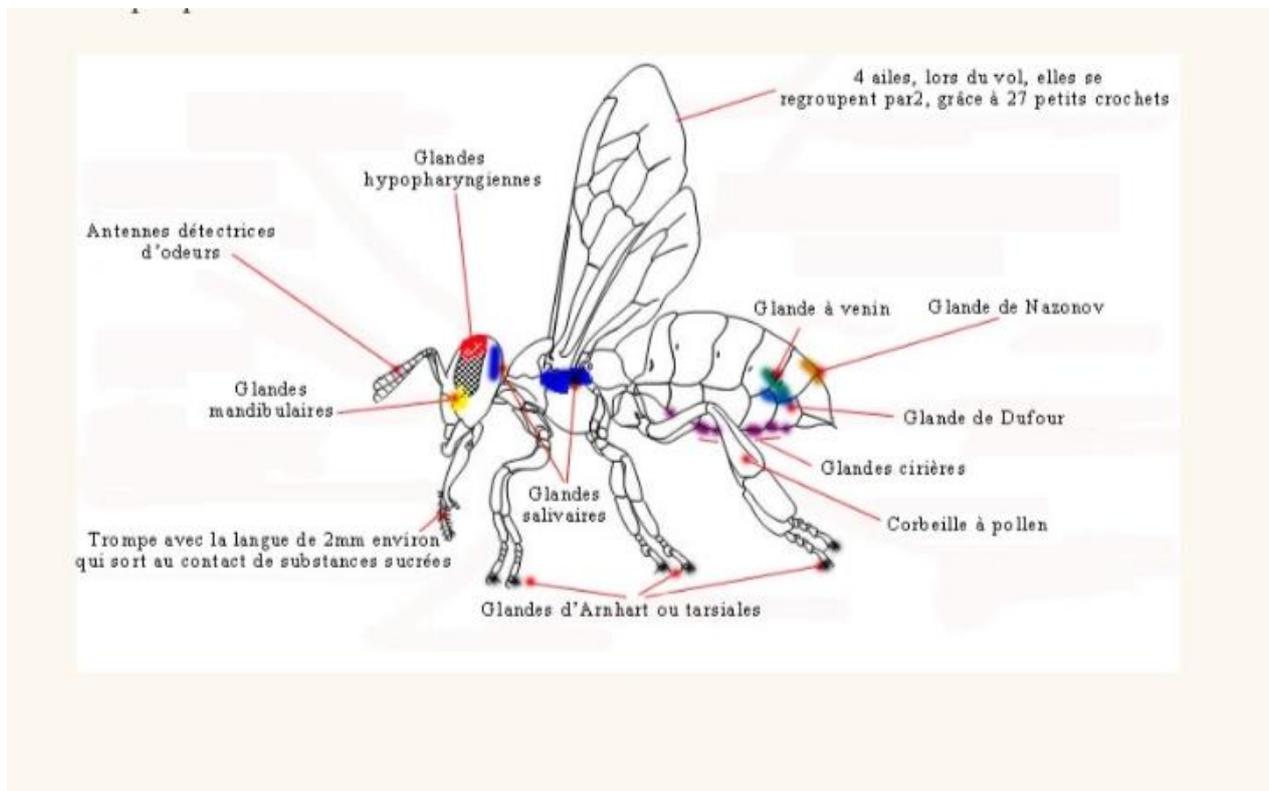


Figure05: Localisation de glandes à phéromones chez l'abeille *Apis mellifera* (Maréchel, 2014)

I.4.les différents castes d'abeille

Les colonies des abeilles sont composées de reines, des ouvrières et des mâles, chacune ayant sa propre fonction dans la société d'abeilles (Maréchel, 2014).

I.4.1. La reine

C'est la seule femelle fertile dans la colonie (Fig06), sa durée de vie très longue par rapport aux ouvrières, elle est de quatre à cinq ans (Frères *et* Guillaume, 2011; Fleuri, 1994), l'abdomen et le thorax sont plus développés que les ouvrières (Le Conte, 2004). La reine mesure en moyenne 16 mm de long pour 4,5 mm de diamètre (Biri, 2010) et pèse entre 178 et 298 mg (Wendling, 2012). D'après Segeren *et al* (2004), la reine possède un abdomen plus allongé et qui est adapté à la reproduction génital est constitué de deux ovaires piriformes hypertrophiés et d'une spermathèque qui joue un rôle de réservoir de spermatozoïdes. La reine présente également un bard lisse rétractable. La jeune reine atteint sa maturité sexuelle à cinq ou six jours. Elle entreprend alors un vol nuptial, parcourant jusqu'à 3 km pour atteindre

Chapitre I : Synthèse bibliographique

un rassemblement de mâles. Jusqu'à vingt mâles, les plus vigoureux et rapides, la fécondent (Le conte, 2011). Les spermatozoïdes stockés dans la spermathèque seront utilisés durant toute la vie de la reine. Cette dernière pond de 1500 à 2000 œufs par jour soit 200 000 œufs par an (Winston, 1993).

I.4.2. Les ouvrières

Elles s'agissent des femelles stériles (Fig06) (Seley, 1983), aux voies génitales atrophiées (Clément., 2009; Biri, 2002), formant la caste la plus nombreuse au sein de la colonie d'abeille (Biri, 2010). Une ouvrière mesure en moyenne 10 à 12 mm de long pour 4 mm de diamètre de thorax (Biri, 2010; Varazze, 2007). Elle pèse entre 81 et 151 mg (Wendlinger, 2012), son corps est moins long que celui de la reine, son abdomen est moins proéminent et elle affiche souvent une couleur plus foncée et plus marquée. Chaque ouvrière peut effectuer toutes les tâches nécessaires à la colonie en fonction de son âge et des besoins de la colonie (seeley, 1983 ; Vandame, 1996 ; Clément, 2010). Chez l'abeille *Apis mellifera*, dès la naissance, les jeunes abeilles accomplissent le travail de nettoyage des alvéoles et la ventilation de la ruche puis du 3^{ème} au 10^{ème} jour elles stockent des provisions, construisent de nouveaux rayons et opèrent le couvain du 18^{ème} au 20^{ème} jour, elles travaillent à la défense de la colonie ensuite à partir du 20^{ème} jour les ouvrières sortent de la ruche pour butiner ou ramener de l'eau (Marchenay et Bérard, 2007).

I.4.3. Les faux-bourdon (les mâles)

Les mâles sont faciles à reconnaître, plus grand que les ouvrières, avec un corps plus grand et plus large que les ouvrières et ne possèdent pas de dard (Winston, 1993 ; Clément, 2009). Ils se caractérisent par un corps massif (diamètre thorax de 5,5 mm) et peuvent atteindre 12 à 14 mm de long (Biri, 2010). Ils pèsent entre 196 et 225 mg (Wiending, 2012 ; Winston, 1993). Leur appareil génital est composé de deux testicules et d'un endophallus. Ils n'assurent aucune tâche mis à part leur rôle dans la reproduction. Ils sont chassés et tués à l'automne parce que ce n'est plus la période de reproduction mais parfois ils peuvent également participer à la ventilation de la ruche (Clément, 2009). Un mécanisme musculaire permet à la reine de choisir de pondre des œufs non fécondés (haploïdes $n=16$) ou fécondés (diploïdes $2n=32$) les œufs non fécondés se développent en mâles appelés faux – bourdons (Fig06) (Clément, 2009).

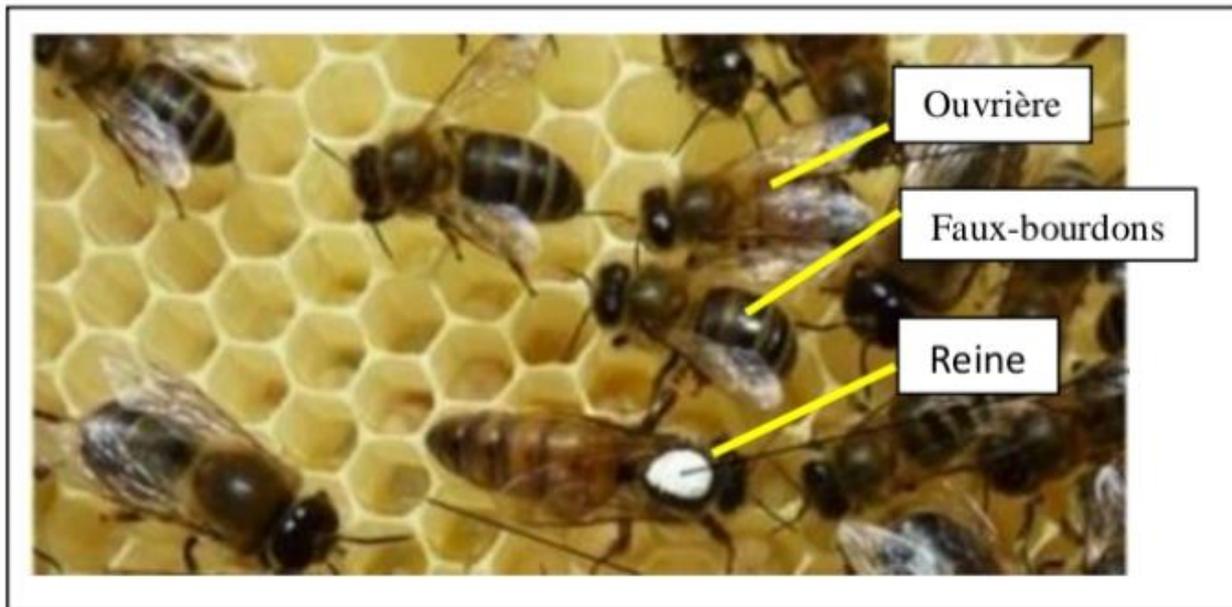


Figure 06 : Les castes d'abeilles (Clément *et al.*, 2006)

I.5. Reproduction et cycle de développement

Après la fécondation de la reine par plusieurs mâles, elle devient capable de pondre des œufs dans les cellules des rayons généralement située au centre de la ruche (Prost et Le Conte, 2005). Le couvain de faux-bourdons se situe en périphérie tandis que le couvain, des ouvrières et quelques alvéoles des reines se situent au centre du nid. Les alvéoles de faux-bourdons sont plus spacieuses que celles des ouvrières, cependant les alvéoles des reines sont beaucoup plus larges que celles des ouvrières (Von Frech, 2011).

Le cycle de vie annuel de la colonie d'abeilles débute en fin d'hiver, quand la colonie commence à se développer. Comme tout organisme, le but principal de la colonie est de se reproduire pour se développer (Seeley, 2002). Pendant l'hiver, les abeilles se regroupent au centre de la colonie et forment une grappe pour maintenir une température adéquate de survie dans la ruche. A la fin des mois froids, une centaine de jeunes ouvrières sont produites. Quand les premières floraisons commencent, des milliers de cellules sont alors utilisées pour élever des larves. Durant le printemps, la colonie a une croissance maximale pouvant atteindre 80 000 individus (Free, 1977).

Au cours de cycle de développement, l'abeille passe par une série de phases : l'œuf, la larve, la nymphe, l'adulte. La différence entre les castes se fait sur la durée de chaque étape (Biri., 2010). Après la ponte, l'œuf met trois jours à éclore et libère une larve. Cinq stades larvaires se développent alternativement dans le couvain ouvert. Les nourrices alimentent

Chapitre I : Synthèse bibliographique

toutes les larves pendant les trois premiers jours par la gelée royale puis à partir du quatrième jour l'alimentation change, les larves destinées à être reines continuent à être alimentées par la gelée royale alors que les autres larves destinées à être ouvrières sont nourries avec du miel ou du pollen (Von Frisch, 2011). Dès le 6^{ème} ou 7^{ème} jour, les larves seront capables de se nourrir toutes seules. À l'intérieur du couvain operculé, la larve L5 se transforme en nymphe dans un cocon très fin. Le stade nymphal dure environ 8 à 9 jours pour les ouvrières et les mâles, de 4 à 5 jours pour les reines. La nymphe est morphologiquement identique à l'adulte (métamorphose complète) (Biri, 2010). Elle est immobile, ne se nourrit pas, ne grandit pas, ne change pas de formes, les organes internes subissent des remaniements importants (Winston, 1993), se pigmente progressivement et la cuticule se sclérose (Biri, 2010). Après 10 à 20 heures de la dernière mue imaginale qui fait passer la nymphe au stade adulte, l'imago émerge en perçant l'opercule avec ses mandibules (Pedigo, 2002 ; Biri, 2010). L'ensemble du développement des trois castes est représenté dans la figure 08.

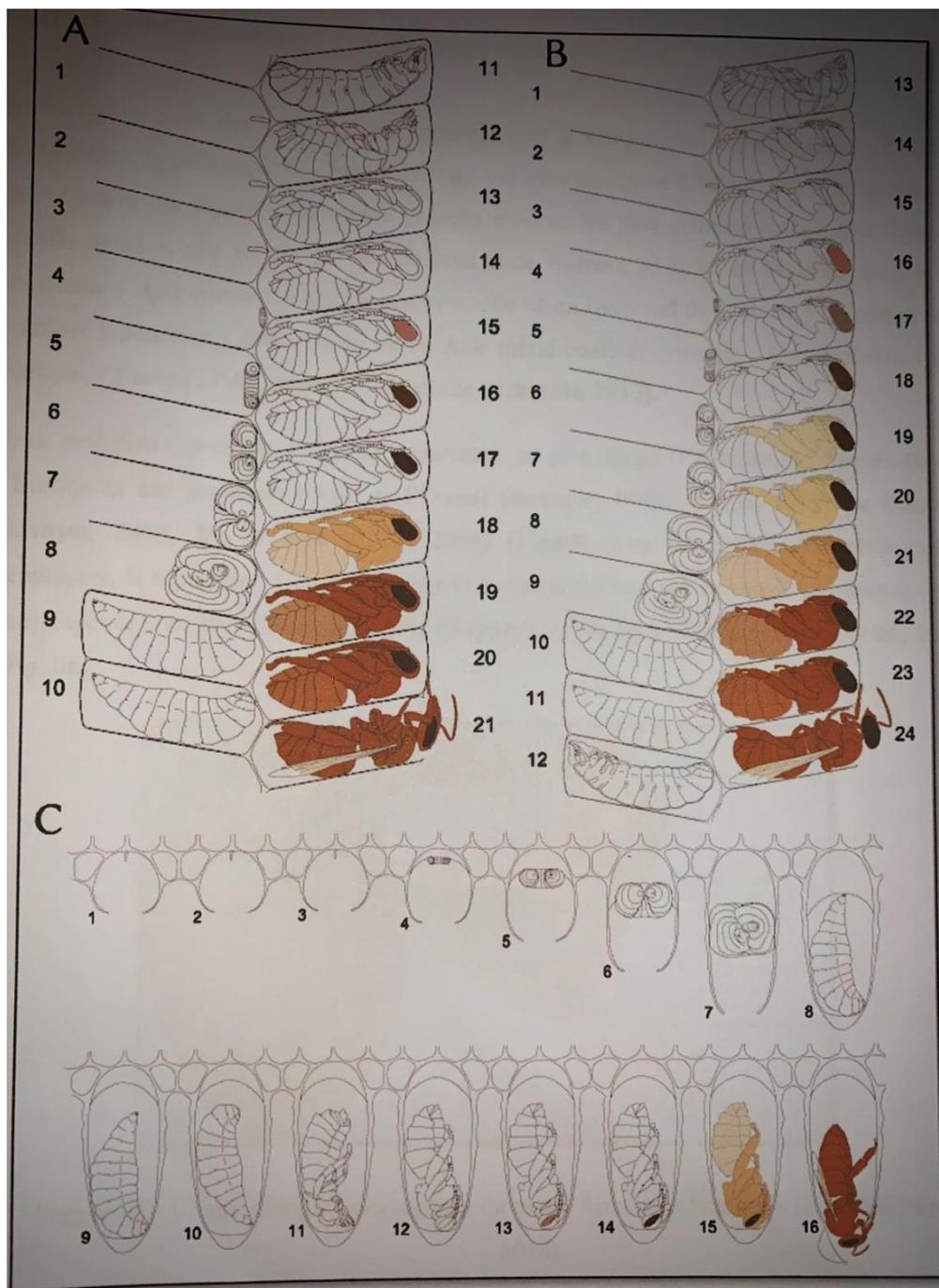


Figure 07 : Phase de développement du couvain pour les trois castes d'abeille (Tofilskic, 2012).

A : couvain d'ouvrière. B : couvain de faux-bourçons. C : couvain de reine.

Les numéros indiquent les jours de développement à partir de la ponte de l'œuf.

I.6. Système de communication chez l'abeille

Chez l'abeille le concept de communication sociale englobe les échanges des signaux entre individus d'une même colonie. Ce dernier comprend deux modes de communication, l'un reposant sur les signaux chimiques (les phéromones), l'autre sur les signaux vibratoires (les danses). Il semble aussi qu'une 3^{ème} mode de communication entre les abeilles ouvrières a lieu lors de l'interaction trophallactique (Dachaune, 2003).

- **La communication chimique**

La communication chimique chez *A. mellifera* repose principalement sur l'utilisation des phéromones. La sensibilité des ouvrières aux phéromones est variable en fonction de son âge et de son état physiologique. Ainsi, les ouvrières de quelques jours ont une faible réaction comportementale ou neurophysiologique aux phéromones d'alarme et aux odeurs produites par la reine, mais de forte réaction sont visible chez les ouvrières les plus âgées (Winston, 1987). Les glandes productrices des phéromones sont nombreuses (Fig05), parmi lesquelles on peut citer les glandes mandibulaires, tarsales, tergaux, de Koschevnik.

De plus, l'odeur des fleurs peut être véhiculée par la cuticule cireuse des ouvrières travaillant sur les mêmes espèces florales et leur permet de se reconnaître à l'intérieur de la ruche (Von Frisch 1967, Gil and Farina 2003). Le possible recrutement d'abeille inactive et la communication de l'existence d'une source de nectar par le simple moyen des odeurs florales que les ouvrières véhiculent sont démontrés par certains auteurs (Wenner *et al.* 1969, Wenner and Wells 1990).

- **Les danses frétillantes et les interactions trophallactiques**

D'après, Von Frisch (1967) la danse frétillante renseigne ses congénères sur la direction, la distance et la qualité de la ressource. La présence d'une source de nourriture (nectar, pollen) proche de la ruche est indiquée par la danse en rond ou « round dance » effectuée à l'intérieur de la ruche sur les rayons de cire. La danse dite « en huit » (Fig08) ou frétillante est réalisée lorsque les ressources sont plus éloignées (Von Frisch 1967, Seeley 1992, Waddington *et al.* 1998, Afik *et al.* 2008). Cette danse est orientée (barre du huit) en fonction de l'angle construit par rapport à un axe qualifié d'origine reliant la ruche au soleil et un axe reliant la ruche à la position de la ressource butinée (Von Frisch, 1967).

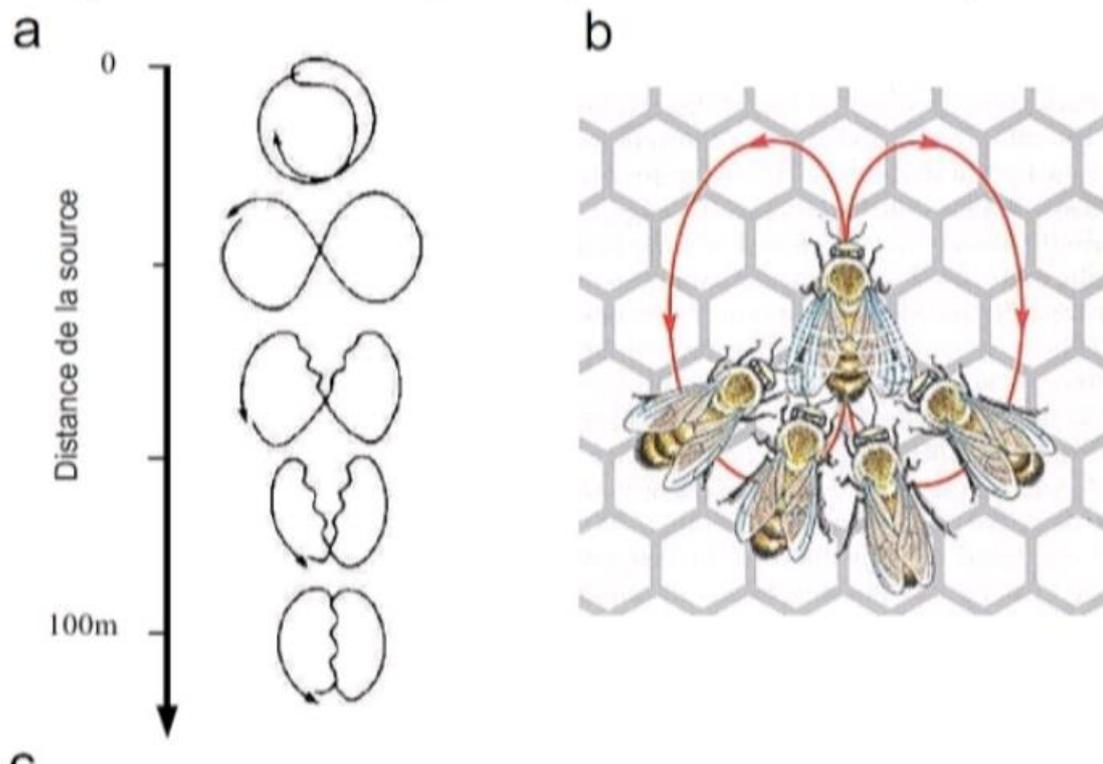


Figure08 : Communication chez l'abeille.

[a] la danse en huit (Von Frisch, 1967). [b] la danse en rond (Badiou-Bénéteau et *al.* 2013).

I.7. Le rôle des abeilles dans l'écosystème

Les abeilles domestiques sont les insectes floricoles les plus nombreux. Elles sont aussi considérées comme le principal agent pollinisateur de cette culture dans le monde entier (Krishna et *al.*, 2014).

I.7.1. Le rôle biologique

Pour dire à quel point l'abeille domestique nous est précieuse, il suffit de rappeler qu'une majorité de plantes à fleurs sont partiellement ou totalement polonisées par elle. En effet, les abeilles constituent un élément clef de l'écosystème par son rôle de pollinisateur. (Celli *et al.*, 2003).

Une abeille butineuse doit parfois en une heure visiter ainsi 600 à 900 fleurs (et parfois bien plus). Pour remplir son jabot de 70mg de nectar ; sur les milliers et les milliers de fleurs qu'elle visite, la butineuse transporte des grains de pollen, favorisant l'autopollinisation et allopollinisation. (Toullec, 2008).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.7.2. Le rôle économique

Plus de 70 % des 124 types de cultures les plus importantes au niveau mondial (à la base de l'alimentation humaine), dont la quasi-totalité des arbres fruitiers, bénéficient de l'activité pollinisatrice des abeilles sauvages ou domestiques (Adam, 1985), en butinant à la recherche de nectar et de pollen, l'abeille participe activement à la pollinisation de flore sauvage : aubépine (*Crataegus oxyacantha*), églantier (*Rosa canina*), sorbier (*Sorbus domestica*) mais également des plantes cultivées, favorisant ainsi leur reproduction et améliorant les récoltes (Toullec, 2008).

I.7.3. Le rôle bio-indicateur

Les abeilles sont d'excellents indicateurs biologiques du fait qu'elles soient quotidiennement en contact avec plusieurs éléments abiotiques des écosystèmes, tel que l'eau, l'air et les végétaux. Elles signalent la dégradation chimique de l'environnement dans lequel elles vivent (Sabatini, 2005) et permet notamment de mesurer certains polluants atmosphériques (métaux lourds, HAP, etc.), radioactifs et phytosanitaires (Laramée, 2006). L'abeille peut également être utilisée comme bio indicateur de la santé de l'écosystème dans lequel elle évolue (Toullec, 2008). En effet, les butineuses explorent une grande zone de plusieurs kilomètres carrés autour de la ruche et y rapportent leur récolte.

II. Généralité sur les l'apiculture

II.1. Historique de l'apiculture

L'apiculture concerne l'élevage des abeilles domestiques (*Apis mellifera*), pour l'exploitation des produits qu'elles élaborent (miel, pollen, gelée royale, cire) d'une part et d'autre part pour son rôle dans la pollinisation croisée de nombreuses plantes cultivées et sauvages (Barden, 2016).

Cette activité pratiquée depuis l'Antiquité est toujours très répandue dans le monde, elle est originaire du Proche-orient (Boucif, 2017). C'est sous la dominance romaine qu'elle semble avoir pris beaucoup plus importantes au cours du siècle passé (Abderrim, 1985).

II.2. L'apiculture dans le monde

L'apiculture de point de vue pratique diffère d'une région à une autre, d'un pays à un autre et d'un continent à un autre, à cause du climat, de la flore existante et aussi des conditions techniques et organisationnelles dans lesquels on pratique l'apiculture (Berkani, 2008).

A travers le monde le nombre d'apiculteurs est estimé à 6,6 millions possédant 5 millions de ruches (Badren, 2016).

Le premier producteur du miel dans le monde (Fig09) est l'Asie (32.7%) suivie par l'Europe (29.6%) et de l'Amérique du nord et centrale (24.5%) et l'Océanie (10.7%). La production de miel la plus faible se trouve en Afrique (2.5%) (Ksouri, 2019). Dans le cadre du commerce mondial, la Chine est le premier exportateur mondial du miel avec 93000 tonnes et l'Union Européenne est le premier marché d'importation avec 196000 tonnes (Badren, 2016).

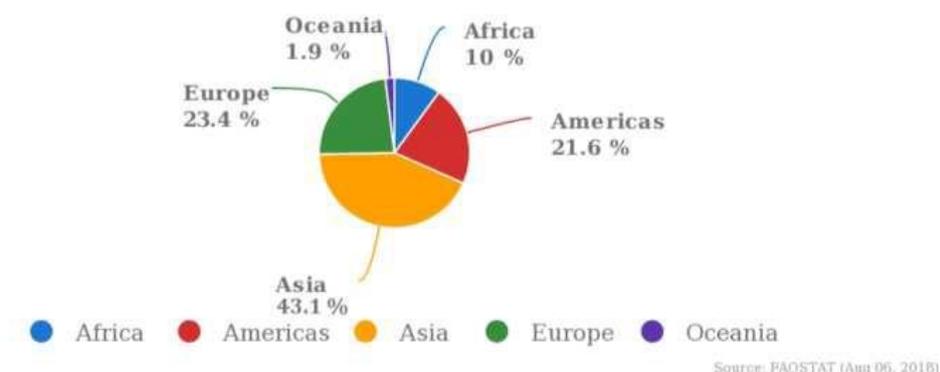


Figure 09 : Production du miel dans le monde (FAO, 2018)

II.3. L'apiculture en Algérie

Le cheptel apicole algérien est composé de deux races :

Apis mellifera intermissa, nommée «Abeille tellienne » ou « abeille noire du tell » dont l'aire de distribution se confond avec l'atlas tellien.

Apis mellifera sahariensis, encore nommée« abeille saharienne » implantée au sud ouest de l'Algérie « Béchar, Ain safra » de couleur noire (Abdelguerfi et Louar, 2013).

En Algérie, l'apiculture est une activité traditionnelle et séculaire des communautés rurales algériennes pour lesquelles elle constitue une source d'approvisionnement alimentaire surtout en miel. En outre, l'apiculture a toujours revêtu une importance sur le plan socioéconomique, compte tenu des conditions climatiques et de la diversité florale favorable à son développement. Malgré cela, la production algérienne en miel est de l'ordre de 4000 à 5000 quintaux par an, elle est inférieure aux besoins de la consommation locale, alors qu'elle devrait être supérieure et être à l'origine d'un courant d'exportation important (Nair, 2014).

Behidj (2010), rapporte que le cheptel apicole est réparti sur presque toutes les wilayas du nord du pays, de la plaine littorale jusqu'à la steppe. Le cheptel apicole est réparti sur 36 wilayas (soit les 3/4 des wilayas du pays), et ce sont 05 wilayas qui prédominent : Batna, Blida, Tlemcen, Tizi-Ouzou, Boumerdès et à un degré moindre Médéa.

II.4. Produits apicoles

II.4.1. Miel

La butineuse transforme le nectar récolté sur des plantes ou le miellat des insectes sous l'action de ferments et d'enzymes présents dans le tube digestif. L'operculation de l'alvéole remplie de miel permet le stockage des réserves de nourriture hivernale pour la colonie, le surplus de miel étant placé dans les hausses et récolté par l'apiculteur (Sabatier, 2013).

Pour les abeilles, le miel est « l'aliment principal » qui leur permet de couvrir leurs besoins énergétiques (glucides). En même temps, c'est un aliment très précieux pour l'homme (Pascal, 2009), il est connu par ses propriétés anti-inflammatoires, anti-oxydantes, antiseptiques, antibiotiques et cicatrisant (Alvarez-Suarez et al., 2014).

II.4.2. Gelée royale

La gelée royale est une substance sous forme d'une matière visqueuse de couleur blanchâtre et d'une odeur phénolique et acide, elle est produite par des ouvrières âgées de 5 à

Chapitre I : Synthèse bibliographique

14 jours (Nagai et Inoue, 2004). Cette dernière sert à nourrir toutes les larves pendant les trois premiers jours et le long de la vie des larves qui sont sélectionnées à devenir reines (Rigal, 2012). Elle se compose de 12% de protides, 12% de glucides, 5% de lipides, une variété de vitamines (B3, B5, B6, ...) et 65% d'eau, elle apporte 140 calories aux. Elle est considérée aussi comme un aliment exceptionnel : revitalisant, équilibrant, stimulant du système immunitaire (Jansegers, 2007).

II.4.3.Pollen

C'est une fine poudre qui sert à la fécondation de la fleur et qui récolté par les abeilles et stocké en périphérie de la ruche des abeilles (Biri, 2003). Il est également récolté par les apiculteurs à l'aide de trappes à pollen déposées à l'entrée de la ruche (Thibault, 2017).

Pour la ruche le pollen est considéré comme une substance nutritive qui contient environ 30% de protéines, 5% de matières grasses, 40% de sucre ainsi que des sels minéraux et des oligo-éléments (Pascal, 2009). Il est aussi considéré comme une source protéique pour les abeilles, également il assure le bon fonctionnement des glandes hypophrygiennes (Lacube, 2015). En effet, Il est ainsi utilisé comme complément alimentaire (Thibault, 2017).

II.4.4.Propolis

La propolis est une substance gommeuse, résineuse, balsamique, de couleur variable, récoltée par les abeilles sur l'écorce et les bourgeons de certaines plantes ou arbres (peuplier, bouleau, Saule, orme, frêne, épicéa, sapin, pin, cocotier, goyavier...) (Sauvager, 1992). Cette matière, malléable à chaud, plastique et très collante qui durcit et devient cassante au froid (Bruneau, 2004).

Les abeilles l'utilisent pour colmater les fissures et assainir la ruche. Cette dernière possède des propriétés antimicrobiennes, antivirales et antifongiques. Elle est utilisée également pour fabriquer des vernis pour le bois, des pommades et autres produits de santé (Sabatier, 2013).

II.4.5. Cire

La cire est une substance molle, jaunâtre et fusible avec une couleur et une odeur particulière, elle est produite par les glandes cirières des ouvrières, après avoir transformé les substances sucrées (en particulier le miel), donc entre leur 12^{ème} et 18^{ème} jour de vie. (Christine, 2011).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Les cirières travaillent en groupe pour identifier les alvéoles qui abriteront le nid et les réserves de nourriture, par exemple lorsque le miel est à maturité, les ouvrières bouchent l'alvéole avec un opercule de cire (Pascal, 2009).

II.4.6. Venin

Le venin c'est un liquide incolore, à forte odeur (Bruneau,2004), Il est sécrété par deux glandes situées dans l'abdomen et est conservé dans un réservoir à venin (Leven et *al.* 2005).

Les abeilles utilisent le venin pour se défendre contre les ennemis et par l'homme pour ses propriétés thérapeutique, notamment contre les rhumatismes (Bruneau,2004)

Chapitre I : Synthèse bibliographique

III. Le déclin des populations d'abeille

III.1. Le déclin des abeilles

D'après Chiron et Hattenberger (2008), depuis plusieurs dizaines d'années, une diminution importante des populations de pollinisateurs a été signalée dans de nombreux pays par les professionnels et les scientifiques. Les abeilles sont sensibles à leur environnement, et leurs populations sont affaiblies par de nombreux facteurs (Pelletier, 2010).

Selon Pelletier (2010), la santé des abeilles est liée à divers agents biologiques (bactérienne, virale, parasitique, etc.), chimiques et de nombreuses causes (le CCD, changement climatique, les pratiques agricoles et apicoles) à la disponibilité de traitements appropriés, à la prolifération d'espèces envahissantes et aux altérations de l'environnement. Ainsi, l'utilisation des pesticides dans l'agriculture est parmi les principaux facteurs de risque. En outre, on parle souvent de synergies entre plusieurs facteurs, qu'il s'agisse d'un pesticide et d'un pathogène, ou encore la combinaison de plusieurs pesticides ayant des effets sub-létaux. La figure 10 résume les différents facteurs causant la mortalité des abeilles.

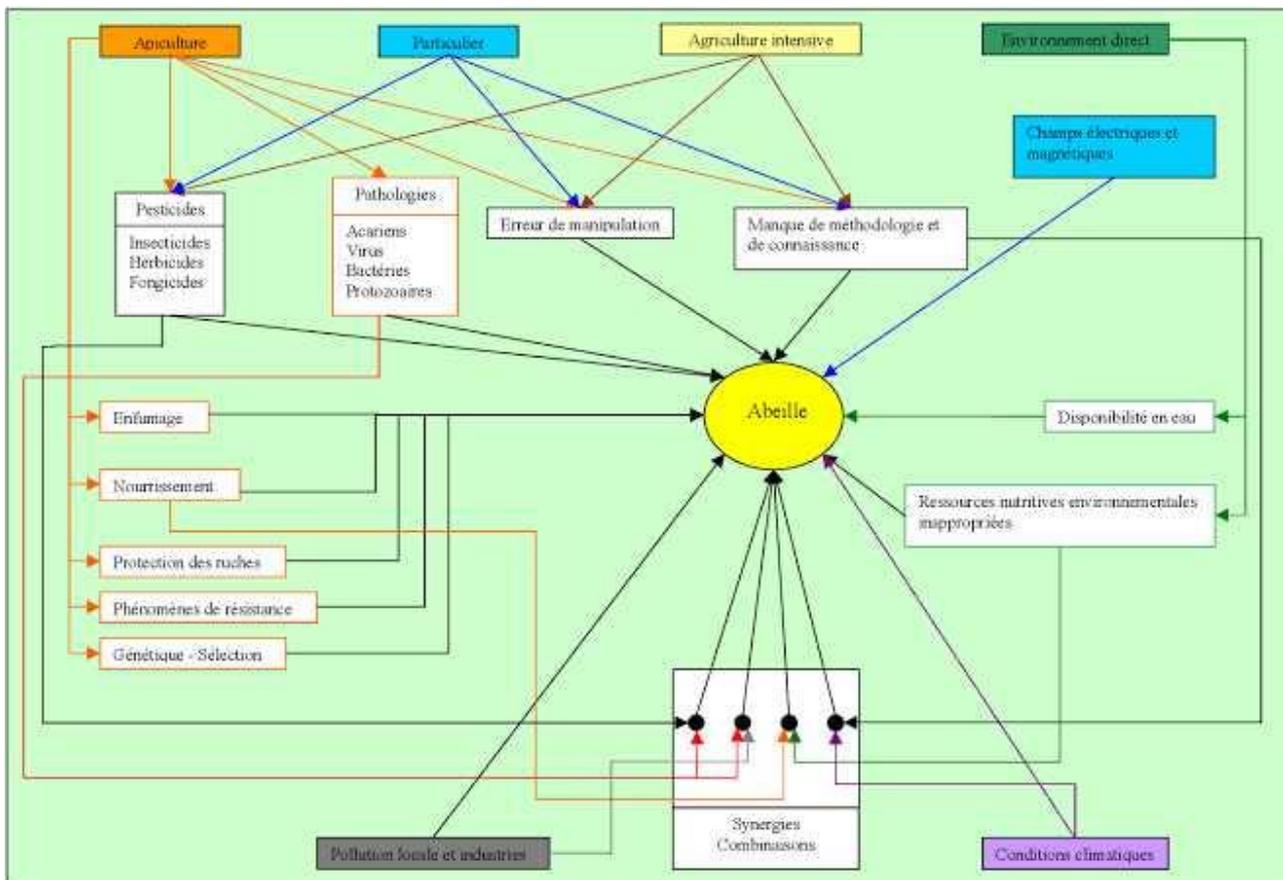


Figure 10 : Facteurs de risque potentiels liés au déclin des populations d'abeilles domestiques

Figure 10 : Les différents facteurs causant la mortalité des abeilles (Haubruger *et al.*, 2006).

III.2. Causes du déclin de population des abeilles

III.2.1. Syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles

Le syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles (Colony Collapsus Disorder ou le CCD) c'est un phénomène de disparition des abeilles de leur ruche a été décrit en 2007 aux Etats-Unis (Oldroyd, 2007), puis rapporté également par des apiculteurs Européens (Dainat et al., 2012). Il se caractérise principalement par un nombre extrêmement réduit d'ouvrières adultes dans la ruche, malgré la présence de la reine, des réserves de nourriture et du couvain. N'ayant plus une population suffisante pour subvenir à ses propres besoins, la ruche finira par mourir ou sera éliminée par l'apiculteur (Debuysscher, 2018).

En effet, le CCD peut survenir à n'importe quel moment de l'année, excepté en hiver car la ruche hiverne, entraînant diverses complications: au printemps et au début de l'été le CCD aura une incidence directe sur les cultures vivrières, telles les pommiers, les amandiers ou les cerisiers, dont la pollinisation dépend à plus de 80% des hyménoptères pollinisateurs. Une disparition survenant à la fin de l'été ou à l'automne aura, quant à elle, une conséquence directe sur la survie hivernale de la ruche, celle-ci dépendant directement du stock de miel et de pollen que la colonie aura réussi à se constituer (Ray, 2012)

Le CCD, ainsi que les fortes pertes hivernales ou en saison observées en Europe, ne peuvent être expliquées par une seule cause spécifique, et serait le résultat d'un stress multifactoriel agissant sur les colonies (Goulson *et al.*, 2015; Oldroyd, 2007; Potts *et al.*, 2010).

III.4.2. Le changement climatique

Le réchauffement climatique peut déjà être considéré comme cause de déclin des abeilles, mais il a d'autres effets. Ainsi, il pourrait à plus ou moins long terme causer un décalage dans la phénologie (cycles de vie) entre les pollinisateurs et les plantes dont ils sont dépendants, diminuant encore les chances de nidifications pour certaines espèces, mais également les ressources, et ce pour tous les pollinisateurs (Fitter, 2002; Goulson *et al.*, 2015; Rasmont *et al.*, 2015). Le décalage pourrait également être spatial, avec des espèces de plantes dont le référendum climatique se déplacerait différemment de celui des pollinisateurs (Bertin *et al.*, 2008), diminuant les ressources florales à la base de l'alimentation des abeilles domestiques et sauvages. Les facteurs climatiques conditionnent la période de floraison, la quantité et la qualité de nectar produit (Haubruge *et al.*, 2006). En outre, les abeilles maintiennent le couvain à la température précise de $34,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$, en dépit des fluctuations de

Chapitre I : Synthèse bibliographique

la température ambiante (Jones *et al.*, 2004). Lorsque le couvain est élevé au-delà de cette température, les abeilles qui en sont issues, d'aspect morphologique normal, présentent des déficiences dans l'apprentissage et la mémorisation (Tautz *et al.*, 2003; Jones *et al.*, 2005).

III.4.3. Les pratiques agricoles

La faible disponibilité en ressources florales est accentuée par les monocultures intensives et l'utilisation d'herbicides. Pour *A. mellifera*, un régime peu varié peut entraîner des problèmes de malnutrition (Huang, 2012). En effet, les abeilles ont besoin d'un apport en pollen de sources variées afin d'avoir accès à tous les nutriments qui leur sont indispensables. Un manque de disponibilité des ressources peut être observé dans l'espace, avec un manque de plantes mellifères ou produisant du pollen à proximité des ruches, ou dans le temps, après par exemple la fin de floraison des monocultures intensives auxquelles sont exposées les abeilles (par exemple : colza et tournesol). La malnutrition a été observée comme pouvant influencer le système immunitaire. Ainsi, une alimentation plus riche en pollen (Huang, 2012) ou diversifiée (Alaux *et al.*, 2010) entraînera une résistance accrue des abeilles aux pathogènes (Di Pasquale *et al.*, 2013; Huang, 2012; Wilson-Rich *et al.*, 2008).

Enfin, un des deux facteurs majeurs de stress, le plus régulièrement incriminé dans les affaiblissements et pertes de colonies, qu'elles soient domestiques ou sauvages, est l'utilisation de pesticides par l'homme. Les pesticides, qui regroupent principalement des herbicides, fongicides et insecticides, ont déjà été démontrés comme étant nocifs pour les abeilles, que ce soit en provoquant des mortalités massives ou des effets sublétaux, c'est-à-dire ne provoquant pas la mort de l'individu mais des effets comportementaux, de sensibilisation accrue à d'autres stress, des problèmes d'apprentissages et de développement des colonies (Jacques *et al.*, 2017).

III.4.4. Les pratiques apicoles

Certaines pratiques apicoles jouent un rôle dans le phénomène d'affaiblissement de la colonie, tels que le manque d'ouvrières et donc de ressources nutritives entraîne un développement ralenti des colonies et une population insuffisante. En période hivernale, un nombre d'abeilles trop faible ne permet pas de maintenir la température nécessaire à la survie de la grappe d'abeilles. La perte de la reine, individu unique au sein de la ruche, peut entraîner la mort des colonies si sa disparition survient durant la période hivernale, sans mâle, donc sans fécondation (Chiron et Hattenberger, 2008). L'importation de reines exotiques moins

Chapitre I : Synthèse bibliographique

adaptées au biotique local, la prophylaxie insuffisante dans certains ruchers avec l'utilisation de traitement anti-varroa inefficace ou inadaptés.

Morse et Calderone,(2000) et Oldroyd (2007), mentionnent qu'il y a une autre pratique très répandue est la transhumance des ruches. Elle consiste à déplacer les ruches pour leur fournir un environnement adapté (ressources florales en abondance), et/ou réaliser un service de pollinisation. Aux Etats-Unis, ces transhumances sont pratiquées de manière intensive puisque les apiculteurs américains déplacent leurs ruches d'un bout à l'autre du continent, pour proposer leurs services de pollinisation à diverses cultures intensives, notamment les amandiers de Californie. S'ajoute donc au stress du confinement dû au et un risque d'exposition aux pesticides utilisés sur ces cultures intensives (Goulson *et al.*, 2015 ; Oldroyd, 2007). Outre la transhumance, les échanges d'essaims ou de reines entre les pays, à l'échelle mondiale, peuvent provoquer encore une fois un stress lié au transport, mais surtout propager des pathogènes et des parasites, avec pour conséquence l'émergence de nouvelles maladies. Les échanges ont également comme conséquence de déplacer les abeilles d'une même espèce d'un écosystème à un autre, pouvant être extrêmement différents, dans un temps très court. Les sous espèces d'*A. mellifera* ont chacune leur spécificité, et leur propre préférendum écologique ; déplacer une espèce dans un milieu auquel elle n'est pas adaptée peut la rendre plus sensible aux conditions climatiques, aux pathogènes, etc...

III.4.5. Les agents biologiques

Comme tous les autres insectes, l'abeille mellifère est vulnérable aux ennemis et aux maladies, ces derniers ayant une implication beaucoup plus importantes dans la mortalité des abeilles. Donc les apiculteurs doit connaître les ennemis et les maladies et apprendre à gérer efficacement pour que les colonies d'abeilles demeurent en santé.

III.4.5.1. La loque américaine

La loque américaine (american foulbrood) connue aussi sous le nom de loque maligne, c'est une maladie infectieuse et contagieuse de l'abeille *A.mellifera* (Hansen et Brødsgaard, 1999), elle est très redoutable et très répandue qui affecte le couvain (larves). L'agent causal est une bactérie gram positive, *Paenibacillus larvae*, qui peut produire plus d'un milliard de spores par larve infectée (Fluri *et al.*, 1998). Les symptômes de la maladie sont très variés, l'étude menée par Hafsaoui et Tahraoui (2019), ont signalé qu'un couvain operculé dont les opercules sont affaiblis et percés. Dans ce sens Boucher (2016), indique que la larve (ou la nymphe) change de couleur blanchâtre, elle devient brun crémeux, puis brun foncé ainsi la mort des larves ou des pupes après l'operculation des alvéoles (Fig 11).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Pour la traiter : il faut recourir à un traitement draconien à base d'antibiotiques, en cas de forte épidémie, il faut isoler les autres ruches saines (Philippe, 2007).



Figure11: Loque américaine. (<http://apistory.fr>)

II.4.5.2. La loque européenne

La loque européenne (European foulbrood) est une maladie infectieuse et contagieuse du couvain d'abeille moins dangereuse que la loque américaine. L'agent causal principal est une bactérie : *Melissococcus pluton*. D'autres germes se développent secondairement comme *Lactobacillus eurydice*, *Paenibacillus alvei*, *Paenibacillus apiarius* et *Enterococcus faecalis* (Adjlane, 2012). Suite à la contamination par cet agent pathogène Waring et Waring(2012), notent que les principaux signes de la pathologie, représentée essentiellement par la présence des larves infectées avec des positions inhabituelles dans les cellules, l'apparition d'une couleur jaunâtre (Fig12) et le dégagement des odeurs nauséabondes.

Le traitement consiste en un apport alimentaire important pour bloquer la ponte. Il faut faire en sorte que l'arrêt de ponte soit d'environ 10 jours afin de permettre aux abeilles de pratiquer un nettoyage poussé (Naquet, 2009).

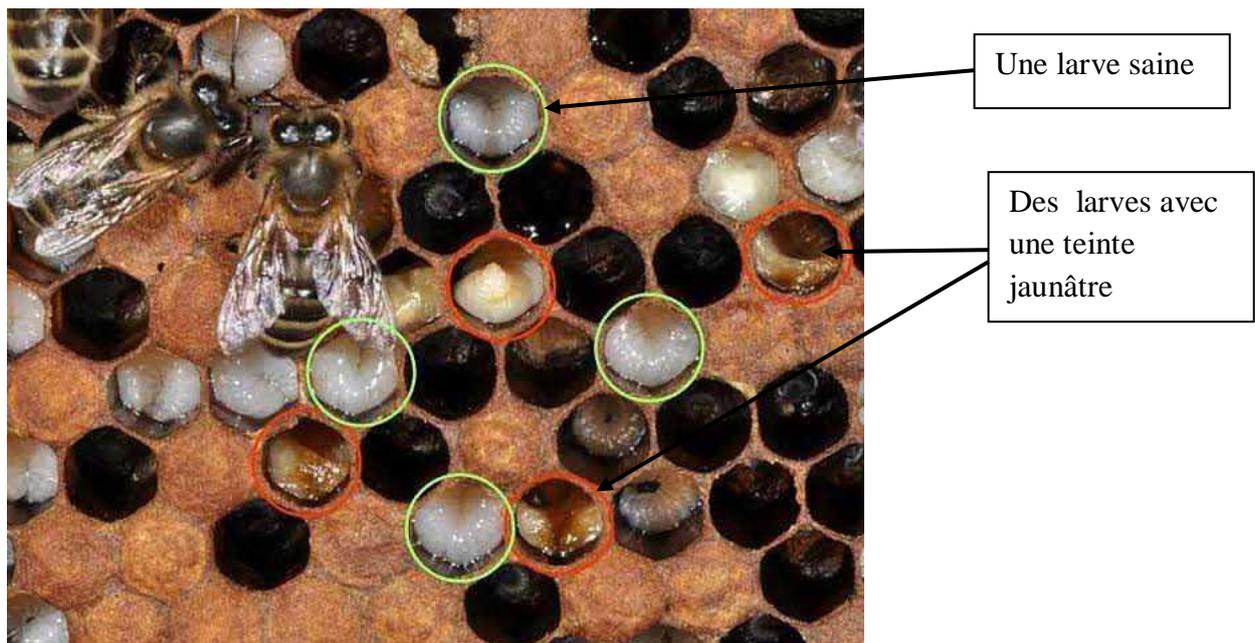


Figure 12: Loque européenne (Kidoud, 2017)

III.4.5.3. La varroase

Est une parasitose de l'abeille adulte et de son couvain, due à un acarien par hématophage, *Varroa destructor* (Fig 13). Ce dernier est un ectoparasite phorétique et obligé de l'abeille. Cela signifie qu'il vit sur le corps externe de l'abeille (ectoparasite), se déplace d'une colonie à l'autre en étant transporté par l'abeille (phorétique) et ne peut se développer chez d'autres hôtes que l'abeille (Anderson et Trueman, 2000).

Selon Charrière et *al* (2012), les symptômes cliniques de la varroase englobent des troubles du couvain et des abeilles. La présence d'un couvain irrégulier ou lacunaire avec des nymphes mortes atrophiées sous l'opercule est l'une des principaux signes de la pathologie. Sur les abeilles adultes, les symptômes sont liés surtout à la présence des ouvrières avec des ailes déformées, des abeilles trainantes et mortes (Kidoud, 2017).

La lutte contre la varroase vise à maintenir l'infestation en dessous du seuil dommageable. Les apiculteurs disposent de plusieurs moyens de lutte chimiques, biotechniques et naturelles. L'abeille étant productrice de denrées alimentaires, il convient également que le traitement ne contamine pas les produits de la ruche. Enfin, les traitements doivent entraîner

un minimum de résistance chez le parasite que l'on souhaite éliminer (Wendling, 2012).



Figure 13: *Varroa destructor* : A : vue dorsale. B : vue ventrale (Adjlane, 2012)

III.4.5.4. L'acariose

L'acariose est une maladie parasitaire contagieuse de l'appareil respiratoire de l'abeille adulte. Elle est causée par un acarien microscopique *Acarapis woodi* (Rennie, 1921). C'est un arthropode de la classe des Arachnides, de l'ordre des Acariens, de la famille des Tarsonémidés (Grant *et al.*, 1993). *Acarapis woodi* (Fig14) infeste les trois castes des abeilles (Bailey, 1985). Cet acarien est un parasite interne qui vit, se nourrit et se reproduit dans le système respiratoire des abeilles (Delfinado-Baker et Baker, 1984)

Selon Coineau et Fernandez (2007), C'est une maladie difficile à diagnostiquer, car elle ne présente pas un symptôme unique et spécifique. Les abeilles atteintes présentent des ailes écartées en position asymétrique et deviennent rampantes et incapables de voler (Charrière *et al.*, 2012).

Il n'existe aucun traitement efficace à 100% pour l'acariose. Une fois la maladie présente dans le rucher, l'apiculteur devra vivre avec et contrôler son développement à un niveau qui ne portera pas atteinte à la santé de la colonie. Plusieurs produits permettent de traiter cette infestation parasitaire : le menthol, le thymol, l'acide formique et des produits chimiques comme l'amitraz, le fluméthrine et le fluvalinate (Dawicke *et al.*, 1992).

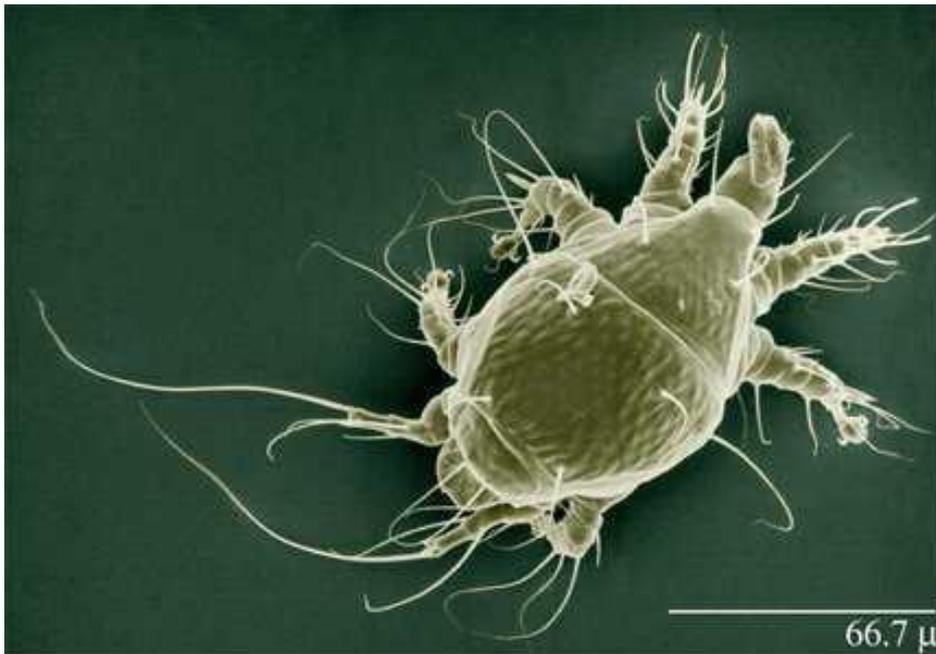


Figure14: *Acarapis woodi* observée avec microscope électronique (Adjlane, 2012)

III.4.5.5. La nosémosse

On essaye de donner plus de détail sur la nosémosse car elle est mon travail de recherche. La nosémosse des abeilles est une maladie provoquée par une microsporidie du genre *Nosema* (fig 15) qui touche le système digestif de l'abeille adulte. Les trois castes peuvent en être atteintes. Les microsporidies sont des eucaryotes unicellulaires apparentes aux champignons. Ils sont des parasites intracellulaires obligatoires sur de nombreuses espèces connues, la plupart sont des parasites des poissons et des arthropodes (Delbace, 2009). En 1909, Enoch Zander décrit le germe agent causal de la nosémosse pour la première fois (protozoaire) *Nosema apis*: Parasite intracellulaire obligatoire, dont le cycle se déroule dans la cellule de l'abeille. Selon Higes *et al.* (2010), l'abeille asiatique *Apis cerana* est également infectée par la nosémosse mais l'agent causal est *Nosema ceranae*.

a. Morphologie

Le stade infectieux de *Nosema* correspond à une spore de paroi épaisse (Keeling, 2009). Cette spore possède une paroi fine avec une première couche protéinique « exospore » qui assure à la spore une bonne résistance dans le milieu extérieur et une deuxième couche chitineuse interne « endospore » (Fries *et al.*, 1996 ; Chen *et al.*, 2009). Cette paroi possède une zone moins épaisse à l'une des extrémités de la spore : le micropyle qui est la zone de faiblesse qui se rompt lors de la germination. La structure interne de la spore sert à l'infection et elle est

Chapitre I : Synthèse bibliographique

constituée essentiellement de trois parties : le filament polaire, des membranes lamellaire et tubulaire « polaroplaste » une vacuole postérieure (Fries *et al.*, 1996 ; Vavra et Larsson, 1999 ; Williams, 2009) (Fig 15). Le micropyle, filament polaire, polaroplaste et vacuole postérieure constituent l'appareil de pénétration de la spore, qui permet l'inoculation de *Nosemas pp* dans la cellule digestive de l'abeille. Les spores de *N. ceranae* sont légèrement plus petites par rapport à celle de *N. apis*(Fig 15).

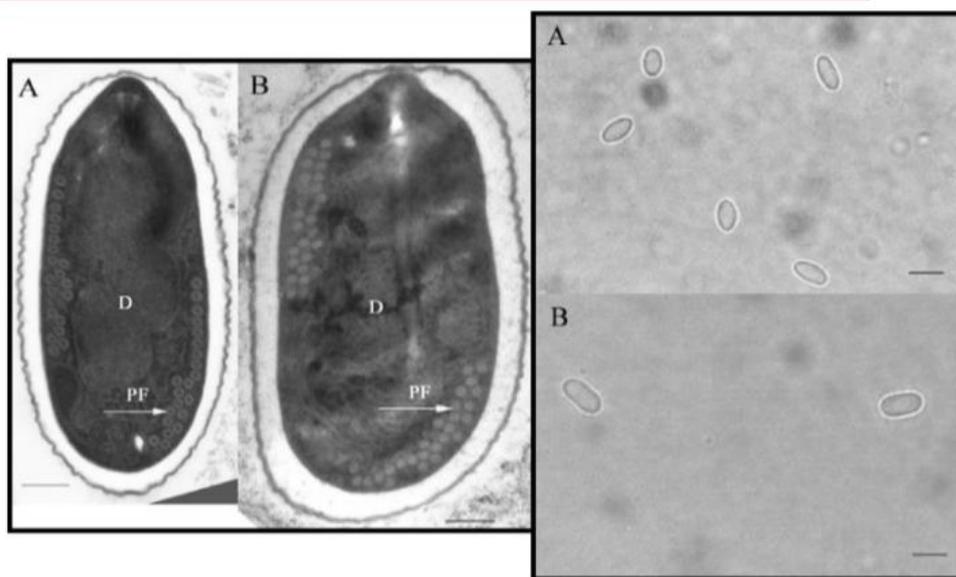


Figure 15: (A) *Nosema ceranae* et (B) *Nosema apis* observé avec microscope électronique et au microscope photonique (Higes *et al.*, 2006)

b. Cycle de vie

Nosema spp., infecte l'abeille européenne *A. mellifera* et d'autres espèces d'abeilles (Suwannapong *et al.*, 2010).

La cible de *Nosema* c'est l'abeille adulte (les trois castes), le couvain n'est pas atteint mais peut souffrir. Dans le cas d'infection, les spores sont intégrés par l'abeille adulte et elles se multiplient dans les cellules épithéliales de l'intestin et cause leur éclatement (Higes *et al.*, 2010 ; Vidal-Naquet, 2015), ensuite le parasite est excrété dans les déjections de l'abeille et contamine l'environnement. L'infection naturelle par *Nosema* conduit à la production de plusieurs millions de spores mûres au sein d'un même individu (Paxton *et al.*, 2007).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

c. Symptômes

D'après Mayack et Naug (2009), *Nosema spp.*, cause divers effets pathologique pour l'abeille. A l'échelle de l'individu le stress énergétique causé par les spores de *Nosema* se traduit par une augmentation de l'appétit des abeilles et elles consomment plus de sucrose. *Nosema* prends l'ATP de leur hôte (Waillimas, 2009 ; Aliferis *et al.* ; Higes *et al.*, 2007), de ce fait elle présente des effets sur l'état énergétique de son hôte cela rendrait les abeilles plus actives et se traduit par un grand nombre de sorties par abeille et par jour (Dussaubat *et al.*, 2013). *Nosema spp.* a un impacte sur le poly-ethisme d'âge, les abeilles infectés deviennent butineuse plus précocement que les abeilles non infectés, cela aboutit à une durée de vie raccourci de ces abeilles infectées (Goblirsch *et al.*, 2013). *Nosema* ait aussi un impact sur la production des phéromones notamment ceux de la reine (Ares *et al.*, 2012).

La nosérose provoque également une modification de la partie postérieure de l'abdomen (Bailey, 1968). Chez les abeilles malades, il est blanchâtre, dilaté et ne présente pas de constriction habituelle, alors que chez les abeilles saines, il est de teinte jaune à rougeâtre et marqué de constriction. L'infection provoquée par *Nosema cerana* est différente de celle induite par *Nosema apis*. *Nosema cerana* perturbe les abeilles de plusieurs façons : stress énergétique, diminution de la durée de vie (Fries, 2010; Mayack et Nuag, 2010) et de la capacité de vol (Kralj Et Fuchs, 2010), perturbation du comportement de butinage (Dussaubat *et al.*, 2010 ; Higes *et al.*, 2010).

d. Traitements

Selon Mottoul (1996), le seul traitement qui existe est l'antibiotique fumidil (fumagiline), cet antibiotique est mélangé avec le sirop de sucre et distribué à la colonie. Les expériences de laboratoire effectuées au Belgique suggèrent que la nourriture acidifiée entraîne la baisse du développement de *Nosema apis* dans l'intestin.

D'autres traitements naturels ont été testés par plusieurs chercheurs comme le protofil à base des plantes (Chiovenau *et al.*, 2004). En effet les spores sont détruites en chauffant l'équipement ou les outils apicoles à une température d'au moins 60°C pendant 15 min. Les cadres peuvent être stérilisés par chauffage à 49°C pendant 24 h (Cantwell et Shimanuki, 1970).

e. Prévention

D'après Christelle (2022), la lutte contre cette maladie se fait essentiellement par la prévention tels que :

Chapitre I : Synthèse bibliographique

-Techniques apicoles: l'apiculteur doit tout mettre en œuvre à son niveau afin de limiter au maximum les facteurs favorisant, notamment lors de la préparation à l'hivernage:

- Avoir des abeilles robustes, avec des reines jeunes et prolifiques; renouveler les reines tous les deux à 3 ans maximum, ce qui permettra d'avoir des grappes hivernales de qualité,
- Bonne exposition des ruches et ruchers en évitant les emplacements humides et ombragés,
- Provision d'hivernage de bonne qualité (éviter le miellat) et en quantité suffisante, Changer les vieux cadres...
- Il faut faire attention au sucre que l'on utilise lors de nourrissage: par exemple le sucre glace du commerce contient de l'amidon qui laisse des résidus dans le tube digestif de l'abeille ce qui est dangereux et peut favoriser le développement de Nosema .

IV. Les pesticides et leurs effets sur les abeilles

Les pesticides sont devenus un élément important de la technologie agricole et de la lutte contre les vecteurs de maladies, leur importance est directement reliée aux ravages causés par les déprédateurs. L'utilisation des pesticides est actuellement la façon la plus rapide et la moins chère de réduire les dégâts causés par les organismes nuisibles.

IV.1. Définition de pesticide

Le terme pesticide désigne l'ensemble des produits destinés à lutter contre les parasites végétaux ou animaux. Cet anglicisme, issu du latin *pestis* qui signifie animal ou plante nuisible à la culture et de *caedere* qui signifie "tuer" (Regnault-Roger et *al.*, 2005).

L'appellation officielle est « produit agro-pharmaceutique », mais le nom le plus employé par les professionnels est « produit phytosanitaire ». Ainsi, les toxicologues et les juristes parlent de produits antiparasitaires à usage agricole et le grand public utilise le terme anglais de pesticides (Fournier, 1988).

Selon la FAO (1995), les pesticides sont toute substance ou association de substances qui sont destinées à repousser, détruire ou combattre les ravageurs, y compris les vecteurs de maladies humaines ainsi que les espèces indésirables de plantes ou d'animaux. Ces espèces nuisibles sont à l'origine des dommages causants durant la production, la transformation, le stockage, le transport ou la commercialisation des denrées alimentaires, des produits agricoles, des produits ligneux, des aliments pour animaux. Toutefois, il existe d'autres types ou qui peut être administrées aux animaux pour combattre les insectes, les arachnides et autres endo ou ectoparasites.

IV.2. Classification des pesticides

Calvet (2005), a cité que les pesticides sont souvent classés en fonction de la nature de la cible visée ou de la nature chimique de la principale substance active

IV.2.1. Classification selon la nature des cibles visées

Il existe principalement trois grandes catégories de pesticides selon la nature des cibles visées: les herbicides, les fongicides, et les insecticides.

✓ Insecticides

Selon Batch (2011), les insecticides sont des substances actives ayant la propriété de tuer les insectes, leurs larves et/ou leurs œufs.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Les insecticides (Fig 16) sont utilisés pour tuer les insectes nuisibles et les vecteurs de maladies humaines mortelles telles que le paludisme, la fièvre jaune, trypanosomiasis, la peste et le typhus (Freedman, 1995). Ils sont considérés comme le plus important groupe des pesticides (Testud et Grillet, 2007).

✓ **Herbicides**

Ce sont des substances destinées à éliminer les mauvaises herbes adventices des cultures et chargées de ralentir la croissance ou de détruire les plantes cibles, nommées adventices ou mauvaises herbes. . Ce sont des phénoxydes, des triazines, des amides, des dinitro-anilines dérivés d'urée, des sulfonilurées et uraciles (Benziane, 2014).

Les herbicides peuvent agir dans le sol au niveau des racines ou directement sur feuilles (Batsch, 2011).

✓ **Fongicides**

Permettent de combattre la prolifération des maladies des plantes provoquées par les champignons ou encore des bactéries. Tels que le mildiou de la pomme de terre, celui de la vigne, les charbons et les rouilles des céréales (Calvet *et al.*, 2005).

Ils peuvent agir différemment sur les plantes comme étant:

- Des fongicides affectant les processus respiratoires (dithiocarbamates, cuivre, soufre,...)
- Des inhibiteurs de la division cellulaire (benzimidazole...).
- Des inhibiteurs de la biosynthèse des stérols (IBS) (imidazoles, amides,...).
- fongicides affectant la biosynthèse des acides aminés ou des protéines (les anilinopyrimidines).(Louchachi, 2015).

Outre ces trois grandes familles de pesticides citées ci-dessus, il existe d'autres catégories, Selon Mehri (2008), on distingue

- ✓ les acaricides contre les acariens.
- ✓ les nématicides qui détruisent les nématodes phytoparasites.
- ✓ les rodenticides qui tuent les rongeurs.
- ✓ les molluscicides qui détruisent les limaces et les escargots essentiellement.
- ✓ les corvicides, les corvifuges destinés à éliminer les oiseaux ravageurs et surtout les corbeaux

IV.2.2. Classification selon la nature chimique de la matière active

Selon Boland et *al* (2004) les produits phytosanitaires sont classés selon leur composition chimique en trois grandes familles.

IV.2.2.1. Les pesticides organiques

A/ Les organochlorés

Ce sont des composés organiques comportant au moins un atome de chlore lié à un atome de carbone. Ils sont les premiers pesticides organiques synthétiques utilisés en agriculture. (Ben Salem, 2015 et Berrah, 2011). Leur demi-vie, de l'ordre de 10 ans ou plus (Errami, 2012). Ces pesticides sont d'une grande efficacité mais leur très grande persistance et leur accumulation dans l'écosystème et la santé humaine font que leur usage a été progressivement et presque totalement abandonné (Bourg, 2006).

B/ Les organophosphorés

Ce sont des composés organiques comportant au moins un atome de phosphore lié directement à un atome de carbone (Berrah, 2011). Ils ont remplacé les organochlorés car ils présentent une plus faible rémanence et une meilleure sélectivité vis-à-vis des insectes. Peu solubles dans l'eau, ils ne sont pas stockés dans les organismes car ils sont facilement biodégradables. Ils agissent par inhibition de l'acétylcholinestérase, de façon irréversible, au niveau des terminaisons nerveuses (Pedigo, 2002 ; Souissi, 2010 ; Testud et Grillet, 2007). Ils sont parmi les insecticides les plus utilisés en agriculture, à la maison, dans les jardins et dans les pratiques vétérinaires (Berrah, 2011).

C/ Les carbamates

Ce sont des composés organiques porteurs d'une fonction esters substituée de l'acide carbamique ou d'un amide substitué. Ils sont biodégradables et donc moins persistant dans l'environnement que les autres classes de pesticides (Ben Salem, 2015). Leur demi-vie s'étend de quelques jours à plusieurs mois, voire plusieurs années dans les eaux souterraines (Bourg, 2006 ; Erramé, 2012). Les carbamates sont solubles dans l'eau, leur toxicité est variable d'une molécule à l'autre (Bouchon et *al*, 2003).

D/ Les pyréthrinoïdes de synthèse

Les pyréthrinoïdes sont des insecticides de synthèse issus des pyréthrines, composés naturels présents dans les fleurs du pyrèthre ou du chrysanthème (Willemin, 2014). Ils perturbent la transmission des impulsions nerveuses (ils augmentent le flux d'ion dans l'axone) ce qui stimule les cellules nerveuses et causent finalement la paralysie.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Leur rémanence est de l'ordre du mois et ils sont peu toxiques pour les homéothermes. Peu solubles dans l'eau, leur toxicité élevée pour les poïkilothermes les rend néanmoins dangereux pour les organismes aquatiques (Errami, 2012). Ce sont des insecticides particulièrement efficaces, dont l'utilisation est très répandue, tant dans le domaine agricole qu'en milieu domestique (Merghid *et al.*, 2017).

IV.2.2.2. Les pesticides inorganiques

En générale, ce sont basés sur des éléments chimiques qui ne se dégradent pas comme les dérivés de minéraux (acide borique, cuivre, sels, soufre, etc.). Leur utilisation entraîne souvent de graves effets toxicologiques sur l'environnement. Certains composés accumulés dans le sol, comme le plomb, l'arsenic et le mercure, sont hautement toxiques (Boland *et al.*, 2004 et Ayad-Moukhtari, 2012).

IV.2.2.3. Les bio-pesticides

Ce sont des pesticides d'origine biologique, fabriqués à partir d'un organisme vivant ou substance d'origine naturelle synthétisée, ayant la particularité de limiter ou de supprimer les ennemis des cultures (Meksem, 2018). Les agents utilisés comme biopesticides sont généralement classés en trois catégories :

- Les micro-organismes tels que les bactéries (*Bacillus thuringiensis*), les champignons (*Beauveria bassiana*), les virus (*baculovirus*) .
- Les dérivés des plantes appelés pesticides biochimiques, ce sont des substances actives ayant des propriétés insecticides, aseptiques ou encore régulatrices de la croissance des plantes et des insectes. Parmi les produits végétaux nous citons l'huile de neem extrait des graines d'*Azadirachta indica*. Le plus souvent, ces substances actives sont des métabolites secondaires.
- Les animaux comme les prédateurs ou les parasites, souvent représenté par les d'invertébrés comme les venins d'araignées, de scorpions, ou des molécules dérivées d'animaux, des hormones d'insectes, ou produits sémio chimiques dont la plupart sont des phéromones d'insectes utilisées dans des pièges ou pour perturber l'accouplement, à titre d'exemple les phéromones naturelles de *Cydia pomonella* (Grant *et al.*, 2010).

Certains pesticides biologiques, comme par ex. la nicotine, peuvent être fort toxiques et leur utilisation est tout aussi risquée que celle de beaucoup de pesticides inorganiques ou synthétiques.

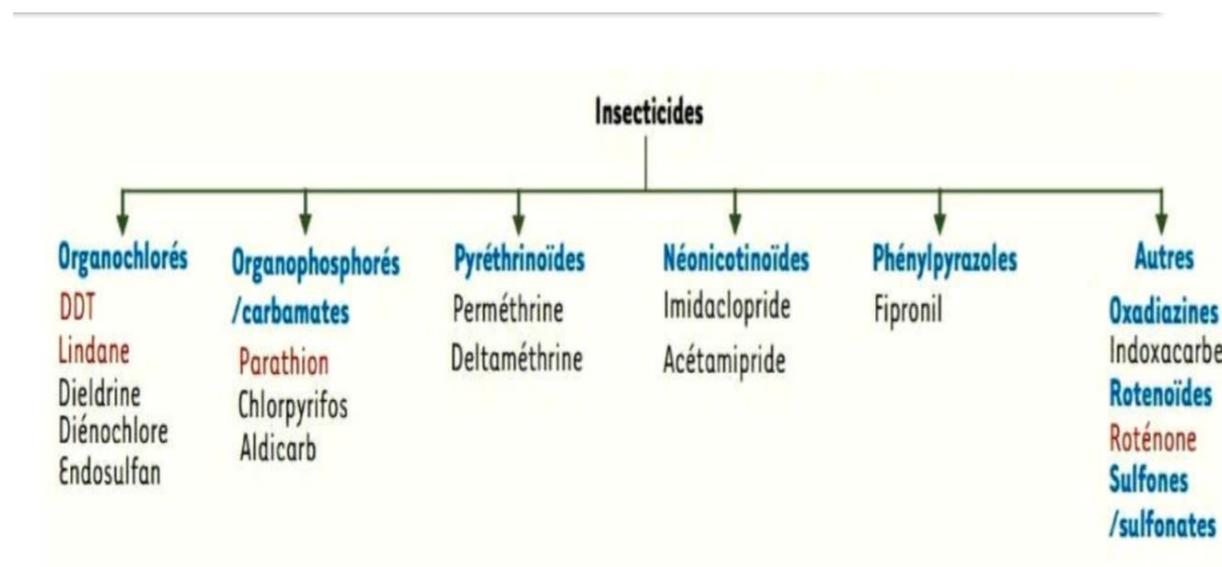


Figure 16 : Les différentes familles des insecticides (Thany *et al.*, 2013)

IV.3. Voies d'exposition des insecticides sur les abeilles

L'intoxication des abeilles par les produits phytosanitaires peut se produire à deux moments (pendant et après le traitement phytosanitaire), par trois voies d'intoxication différentes ont été invoquées par plusieurs auteurs (Hafsaoui et Tahroui, 2019 ; Bourg, 2006 ; Leng *et al.*, 1997) :

- **Par ingestion** de produits contaminés (nectar, pollen, eau, miellat). Toute la colonie peut alors être concernée, puisque les butineuses ramènent à la ruche des produits contaminés, qui serviront à l'alimentation des larves et des congénères adultes.
- **Par contact**, les abeilles peuvent être aspergées directement par le produit ou butiner des fleurs traitées contenant des résidus.
- **Par inhalation** qui dépend de la concentration dans l'air, du débit respiratoire ainsi que du temps et fréquence de l'exposition.

IV.4. Effets des pesticides sur les abeilles

L'abeille est très sensible à la pollution, elle y est aussi très exposée. Par son activité de butinage, elle est mise en contact intime avec tous les éléments de son environnement, l'eau, l'air et la terre. L'abeille butineuse recueille aussi dans l'environnement une quantité impressionnante d'eau, cette eau expose, d'une façon indirecte, la colonie à la pollution créée par les pesticides. Indépendamment du nectar, l'abeille trouve dans les fleurs du pollen qui

Chapitre I : Synthèse bibliographique

est, aussi, très exposé à la pollution.

Les abeilles peuvent ne jamais revenir à la ruche et mourir au champ. Parfois, elles reviennent mais les cadavres d'abeilles mortes s'empilent très vite sur le sol à l'entrée de la ruche (Anonyme, 2012). Il est évident que les effets des intoxications des mellifères seront, en fonction de la matière active, tantôt immédiats, tantôt différés. S'il y a effet immédiat, les conséquences sont visibles après quelques heures et durant 2 à 4 jours comme par exemple : des abeilles ouvrières mortes s'accumulent à l'entrée de la ruche, elles représentent généralement 10% à 20 % du nombre total d'abeilles qui ont été tuées, mais les fourmis s'empresseront souvent de les éliminer, le reste des abeilles empoisonnées meurt dans les champs, aboutissant parfois à l'extinction totale de la population (Bradbear, 2010).

D'après le même auteur si la ruche est ouverte, il est possible de voir la «danse d'alarme» des abeilles, les abeilles qui reviennent et certaines abeilles de la ruche se déplacent sur les rayons en formant des spirales ou des zigzags, cela peut bloquer pendant un certain temps toutes les activités de vol sur la planche d'atterrissage ou près de l'entrée les abeilles exécuteront des danses de communication anormales.

Dans le cas des insecticides régulateurs de croissance, les effets peuvent être lents à apparaître: par exemple la mortalité larvaire maximale, dans un rucher butinant un verger traité au phénoxy-carbe, n'était enregistrée qu'au 17 jour. Cette matière active, inoffensive pour les adultes, était transmise par les ouvrières nourrices récoltant nectar et pollen contaminés aux larves qui n'ont pas pu arriver au terme de leur développement de 3 semaines.

L'effet néfaste d'une substance toxique ne dépend pas que de sa nature chimique (toxicité, rémanence), il dépend également de facteurs externes liés aux conditions d'utilisation par le cultivateur (situation météorologique, température extérieure, vent, attractivité des végétaux traités,...) (Gerster, 2012).

Par ailleurs, les pesticides et pathogènes peuvent interagir. Ainsi, une hausse de la mortalité des abeilles infectées par *Nosema ceranae* ou *spp*, a été observée après exposition de ces abeilles à des doses variables d'imidaclopride (Alaux *et al.*, 2010), ou à des doses sublétales de néonicotinoïde (Vidau *et al.*, 2011). Il a été observé que *Nosema spp*, interagit de façon synergique sur la mortalité des abeilles lorsqu'il est associé à une exposition au néonicotinoïde (Aufauvre *et al.*, 2012). Une augmentation de la proportion d'abeilles infectées par *Nosema spp* a également été démontrée, lorsque ces abeilles proviennent de cadres de couvain à fort taux de résidus de pesticides; ces abeilles étaient également infectées

Chapitre I : Synthèse bibliographique

plus précocement par la microsporidie que lorsque les abeilles provenaient de cadres non contaminés (Wu *et al.*, 2012).

Enfin, il a été observé que de faibles doses des néocotinoïdes augmentent les infections à *N. ceranae* dans les ruches exposées (Pettis *et al.*, 2012).

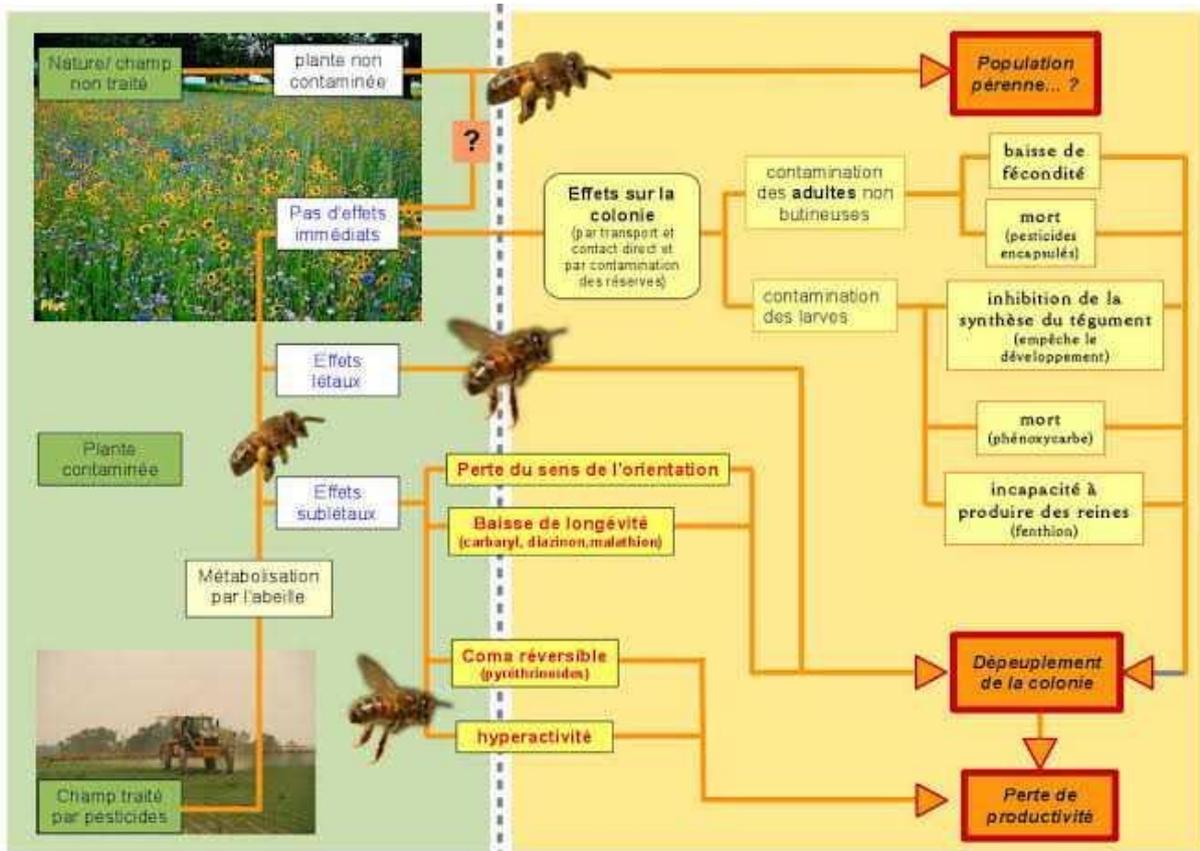


Figure 17 : Action des pesticides sur les abeilles. (<https://gdsa29.fr/sante-des-abeille/les-pesticides-neurotoxiques/>).

Matériel et méthode

Chapitre II : matériel et méthode

Pour atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés dans cette étude, une démarche d'approche a été mise en œuvre nécessitant des investigations sur le terrain ainsi qu'un travail de recherche au laboratoire de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et les Sciences de la terre Université de Bouira.

Après analyse et réflexion sur les espaces de répartition de l'apiculture dans la wilaya de Bouira, région de notre étude, notre intérêt s'est porté sur la région de Lakhdaria caractérisée par une agriculture de montagne avec de considérables potentialités apicoles. La première approche consiste à avoir un aperçu global sur la situation de l'apiculture dans cette région d'étude. Pour ce, nous nous sommes rapprochés des services techniques de l'agriculture concernés et de quelques éleveurs apicoles représentatifs de la zone d'investigation.

Pour répondre à l'objectif principal, une enquête est menée auprès des agriculteurs en général et apiculteurs en particulier ainsi qu'auprès des distributeurs de produits phytosanitaires de la région, et ce, pour dresser un état des lieux de l'apiculture ainsi que sur sa situation sanitaire en relation avec l'utilisation de pesticides principaux danger de l'abeille.

En second lieu, nous avons voulu évaluer la toxicité aiguë de l'insecticide Aceplan mais aussi l'effet de toxicité combinée de ce dernier ainsi que le pathogène causal de la nosérose sur les cheptels apicoles. Pour ce faire, nous avons échantillonné des abeilles saines issues des ruches de montagne et des abeilles contaminées par la nosérose provenant des ruches de la vallée de Lakhdaria où prédomine l'agriculture maraîchère et arboricole soumises aux traitements chimiques.

I. Présentation des données du milieu d'étude

I.1. Données géographique sur la région de Bouira

La présente étude est réalisée dans la région de Bouira, région située à quelques 120 kilomètres à l'Est d'Alger. Elle s'étend sur un territoire d'une superficie totale de 4454 km², dont près de 52% de forêts et parcours naturels. Sur le plan spatial elle représente près de 0,19% du territoire national (DSA, 2019). Elle est limitée ; au Nord par les wilayates de Boumerdes et de Tizi-Ouzou, au Sud et Sud-ouest par les wilayates de Msila et de Médéa. Alors que celles de Bejaia et de Bordj-Bou-Argeridj bordent cette région par l'Est et le Sud-est. Et enfin, celles de Blida et de Médéa (Fig 17) la délimite par l'Ouest. Région agricole par excellence, la région de Bouira est caractérisée par un relief montagneux dans les zones de Lakhdaria, du Djurdjura, du Dirah et une partie des Bibans par le Sud Est. Au centre par les plaines des Aribis,

Chapitre II : matériel et méthode

et du plateau de Haizer et aussi des vallées en plaines le long des Oueds telles la vallée du Sahel à l'Est, la Vallée de l'Oued Djemaa et Isser à Lakhdaria . Cet ensemble géomorphologique est à cheval sur deux strates agro-climatiques différentes ; à savoir ; une strate agro-climatique au Nord caractérisée par une isohyète humide à subhumide et au Sud par une isohyète en semi aride. Ces deux isohyètes conditionnent et influent considérablement sur la vie et le comportement de la faune et de la flore.

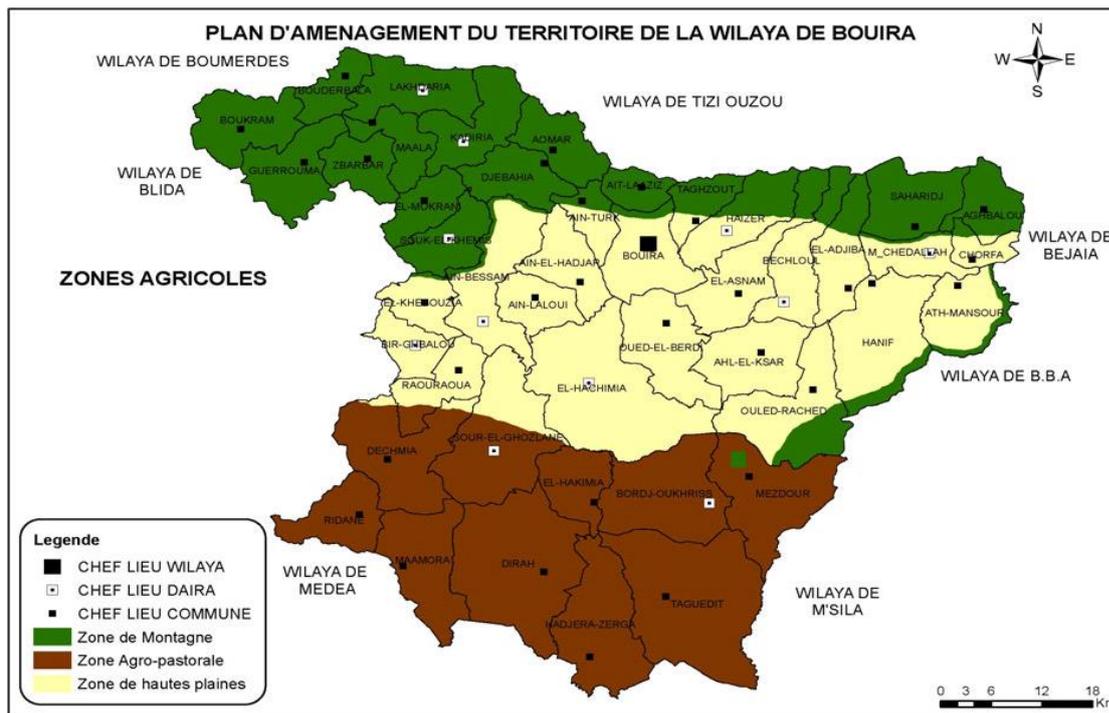


Figure17 : Localisation géographique de la région de Bouira (DSA, 2019)

I.1.1. Facteur climatique de milieu d'étude :

Le climat est un élément important pour la survie de nombreuses espèces animales, il affecte évidemment aussi la biologie des abeilles .Il peut agir directement sur leurs comportements et leur physiologie. Il peut modifier la qualité de l'environnement floral et augmenter, ou réduire, les capacités de récoltes et de développement des colonies. Il peut définir de nouvelles aires de répartition des abeilles et entraîner de nouveaux rapports de compétition entre espèces et races d'abeilles, ainsi qu'entre leurs parasites et pathogènes. En effet, les abeilles ajustent leur comportement aux conditions météorologiques.

Chapitre II : matériel et méthode

La chaîne du Djurdjura amorti l'influence de la méditerranée permettant à la région de Bouira de jouir d'un climat caractérisé par des hivers rigoureux et des étés secs. Au cours de ce travail sur l'abeille, nous avons présenté les données climatiques de trois décades (1991-2021) de la région de Bouira (Station métrologique de Bouira, 2019).

I.1.1.1.Température

Tableau 02 : Températures mensuelles de la région de Bouira.

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	
T° (°C)	Max	14	15	18	21	26	32	36	36	30	25	18	14
	Min	3	6	7	9	14	18	21	22	18	15	10	7
	Moy	8.5	10.5	12.5	15	20	25	28.5	29	24	17.5	14	10.5

La température est un paramètre très important pour la détermination et la caractérisation d'un climat d'une région donnée. Les données climatiques enregistrées dans le tableau 2 montrent que juillet et août sont les mois les plus chauds avec une température de 36 °C. Alors que le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température minimale de 3°C.

I.1.1.2.Pluviométrie

Tableau 03 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Bouira.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juille	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Précipitation (mm)	55	58	63	58	58	36	25	25	56	52	59	60

La pluviométrie constitue une donnée fondamentale pour caractériser le climat d'une région. A travers le tableau ci dessus que les précipitations sont peu abondantes et irrégulière. Les précipitations annuelles avoisinent 605 mm avec novembre qui est le mois le plus pluvieux (59mm) et juillet et d'aout sont les plus secs(25mm).

I.1.1.3. Synthèse climatique

a. Diagramme Ombrothermique de Bagnoule et Gaussen

Chapitre II : matériel et méthode

D'après Bagnoule et Gausсен (1953), la sécheresse s'établit lorsque la pluviométrie mensuelle (P), exprimée en mm, est inférieure ou égale au double de la température moyenne mensuelle (T), exprimée en degrés Celsius, c'est-à-dire $P = 2 T$.

A partir de cette donnée, on peut tracer le diagramme Ombrothermique ; en portant en abscisses les mois et en ordonnées les moyennes mensuelles des températures et de la pluviométrie (Bagnouls et Gausсен, 1953).

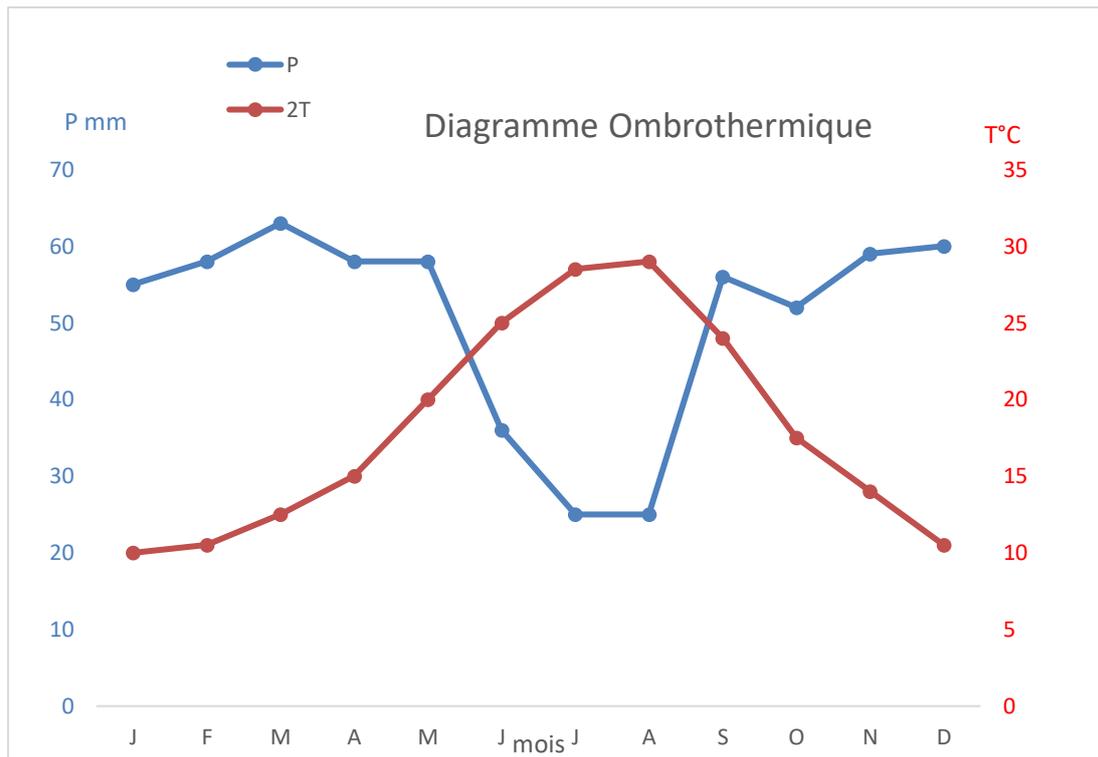


Figure 18 : Diagramme Ombrothermique de la période (1992-2022) de Bouira.

Le diagramme Ombrothermique de la région de Bouira (Fig18), montre la présence d'une période sèche qui s'étale de la mi-mai jusqu'à le mois du septembre ce qui représente environ 05 mois, tandis que la période humide s'étend de la mi-novembre à la mi-avril.

b. Climagramme d'Emberger

En appliquant la formule suivante élaborée par Stewart (1969)

$Q2 = 3,34P / (M - m)$ Avec :

m : moyenne minimal de mois le plus froid (°C)

Chapitre II : matériel et méthode

M: moyenne maximal de mois le plus chaud (°C)

P: pluviométrie annuelle moyenne (mm)

$$Q2 = 3,34 \times 605 / (36-3) ; \text{ soit } Q2 = 61,23$$

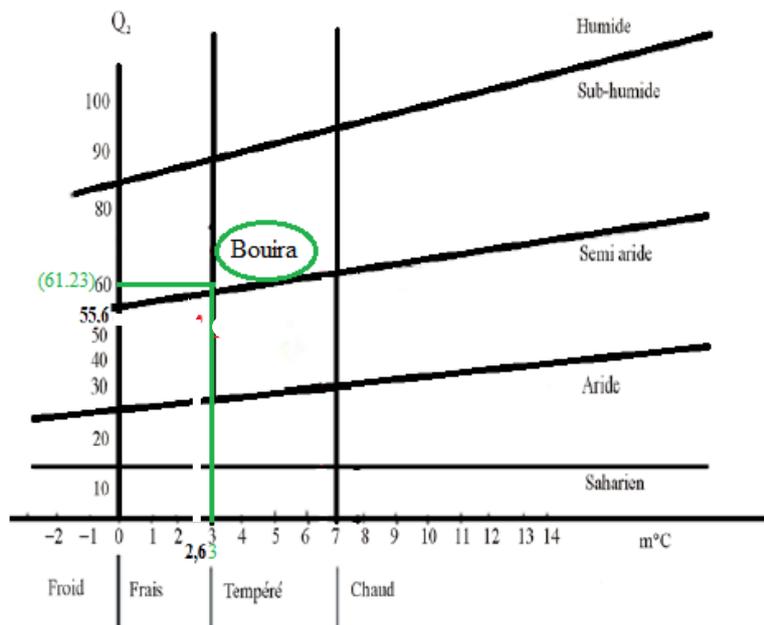


Figure 19 : ClimagrammeOmbrothermique de la période 1992-2022 dans la région de Bouira

Notre étude réalisée la période allant de 1992 à 2022, montre que Bouira se retrouve, plutôt, dans le sub-humide à hiver frais (Station métrologique de Bouira, 2022).

On a choisis comme station d'étude la ville de Lakhdaria car elle est caractérisée par une activité agricole intense et une diversité d'implantation des ruchers sur différents lieux floristiques.

Chapitre II : matériel et méthode

I.2. Présentation de la station d'étude

La région de Lakhdaria est située à une trentaine de kilomètres au Nord Ouest de la Wilaya de Bouira. Sa superficie est d'environ 96 km² répartie comme suit :

- La zone montagneuse pour près de 65% des terres au couvert végétal peuplé d'une association composée de plantes cultivées et de maquis forestier.
- La zone de plaines juxtaposant les vallées dominée par l'arboriculture fruitière et le maraichage pour une couverture de près de 34% des espaces de la région.
- Les infrastructures bâties, routières et fluviales détiennent les 1% restant de la surface totale.



Figure 20 : Carte géographique de la région de Lakhdaria (Google earth ,2023).

La région de Lakhdaria est caractérisée par une activité agricole intense où l'on retrouve en zone montagneuse les petits élevages ; apicoles, avicoles et autres petits élevages mais aussi de l'arboriculture fruitière dominée par l'oléiculture et quelques espèces rustiques. Par contre en plaine juxtaposant les vallées on retrouve toujours les petits élevages et l'arboriculture fruitière où domine l'agrumiculture avec quelques cultures maraichères et fourragères souvent en intercalaire dans les vergers. En plaine les cultures sont irriguées, notamment depuis la mise en service du périmètre d'irrigation à partir du barrage de Koudiat Acerdoune, ce qui a

Chapitre II : matériel et méthode

participé à la diversification des cultures et aussi l'amélioration sensible des rendements (D.S.A., 2018).

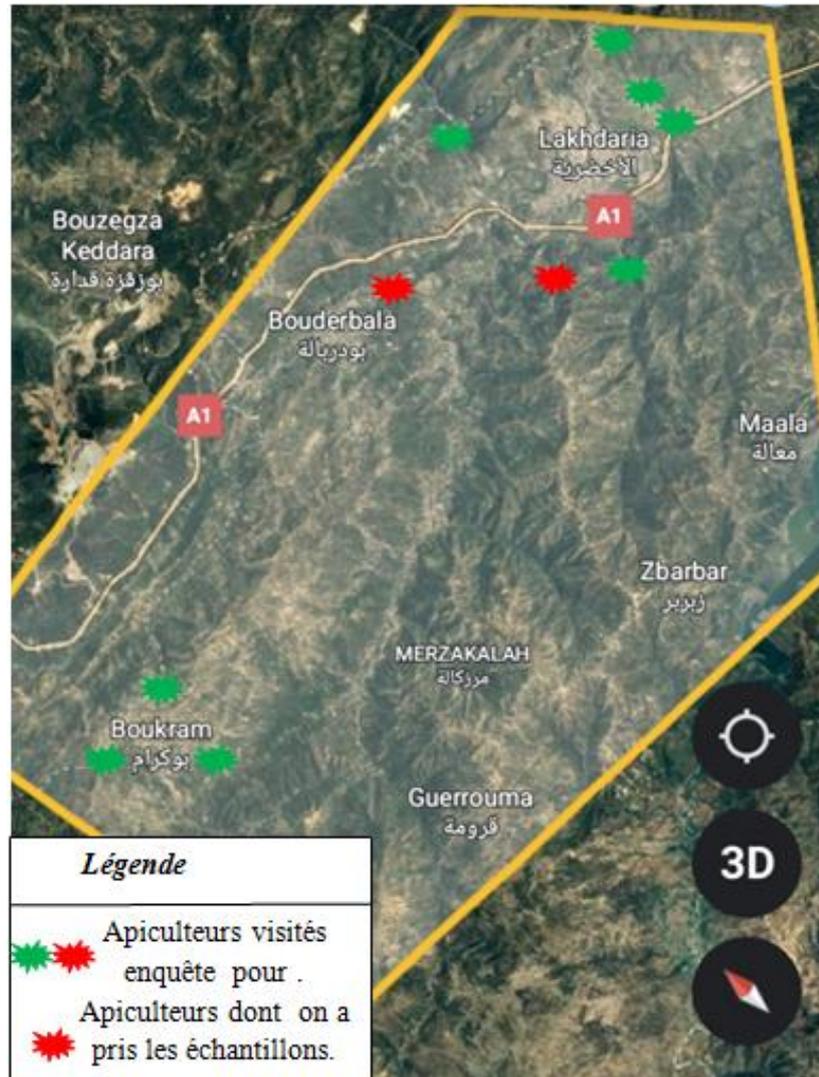
II. Enquête sur l'état des apiculteurs et l'utilisation des produits phytosanitaires dans la station de Lakhdaria

Pour aborder la problématique de notre thème d'étude, il nous semble nécessaire de procéder à une enquête orientée vers le recueil de diverses informations sur la situation de l'apiculture ainsi que sur l'usage des pesticides et leur impact sur les abeilles dans la région de Lakhdaria.

L'enquête ayant abouti à la connaissance de la situation de l'apiculture est faite sur la base d'un questionnaire en direction de 9 apiculteurs situés dans des lieux différents de la région de Lakhdaria Figure ...Les informations jugés utiles à notre enquête sont consignées dans le questionnaire 1(annexe 01).

Lors de nos investigations sur le terrain et dans le but de mettre au clair l'usage des pesticides dans la région d'étude, nous avons également adressé un questionnaire en destination à des agriculteurs et ainsi qu'à deux distributeurs de produits phytosanitaires. Les données nécessaires répondant à notre enquête sont résumées dans le questionnaire 2 (annexe02, 03).

Sur les 15 questionnaires destinés aux apiculteurs, 09 ont répondu favorablement à l'enquête. Les deux points de vente existants dans la région ont contribué efficacement à notre enquête. 10 questionnaires distribués à 10 agriculteurs, seulement 06 d'entre eux ont participé à notre enquête.



La figure 21 : Les stations des apiculteurs visités.

III. Protocole expérimental de l'étude de l'interaction de l'insecticide et la noséose

III.1. Choix des localités d'échantillonnage des abeilles

Au cours de l'étude, comme indiqué plus haut, 9 ruchers ont fait l'objet de nos visites dont deux ruchers sont sélectionnés et retenus pour des prélèvements d'échantillons d'abeilles pour servir notre protocole expérimental.

Le choix de ces ruchers s'est fait selon leur taille, leur localisation ainsi que de la qualité et des performances économiques de leurs propriétaires dans la gestion apicole.

Le premier rucher (RA 1) ayant pour coordonnées géographiques latitude 36°32'10''N et longitude 3°29'47''E situé au village BouramdjaneEssabt (Fig22) à 13 km de la ville de Lakhdaria appartient à M. HAMBLI Mohamed Amine. Ce rucher est composé de 34 ruches localisées dans un milieu agricole travaillé et a double vocations arboricole (agrumes) et

Chapitre II : matériel et méthode

maraichère (diverses cultures). Pour protéger leurs cultures contre toute attaque de maladies, les agriculteurs de la localité font usage de différents types des pesticides.

Lors de nos échantillonnages il a été constaté que ce rucher présente des symptômes de la nosérose.

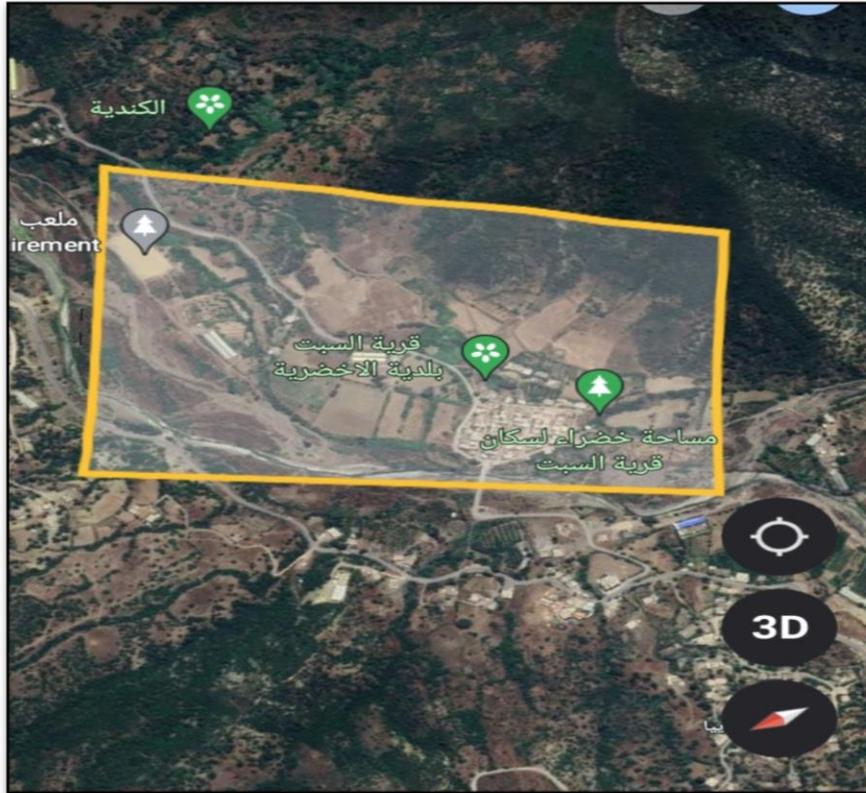


Figure 22: Situation de la localité d'étude village BouremdjaneEssabt (Google Earth, 2023).



Figure23 : emplacement du rucher (RA1) (Originale, 2023)

Pour ce qui est du deuxième rucher(RA2), localisé au village Takoucht(Fig24) situé à 7.4 km de la ville de Lakhdaria et portant les coordonnées géographiques latitude 36°32'59''N longitude 3°33'28''E, il appartient à l'apiculteur AISSANI Nacer. Le rucher est composé de 46 ruches placées dans une localité montagneuse comportant un cortège floristique très diversifié composé essentiellement d'eucalyptus, du caroubier, de l'olivier et d'autres espèces mellifères telles l'aubépine et le romarin. Les abeilles prélevés de ce rucher ne sont pas exposés aux pesticides par le faite que leur emplacement est éloigné de toute activité agricole conventionnelle.

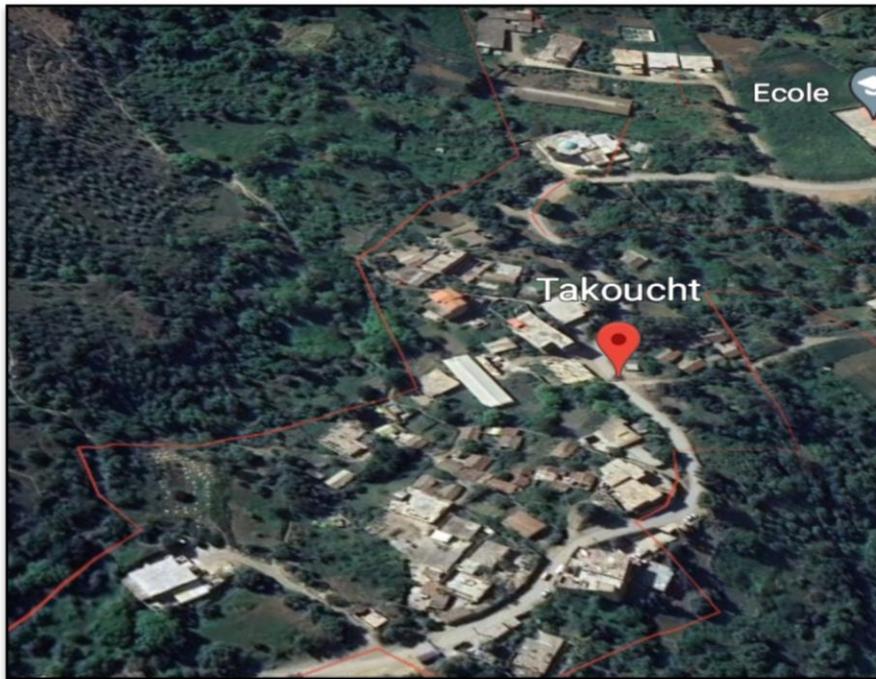


Figure 24: Situation de la localité d'étude village Takoucht (googleearth, 2023).



Figure 25 : Emplacement de rucher RA2 (Originale, 2023)



Figure26 : Prélèvement des échantillons (Originales, 2023)

III. 2 Diagnostic de la nosérose dans les ruches des abeilles

Au cours de nos investigations sur le terrain, nous avons observé la présence de la nosérose chez les colonies d'abeilles du rucher RA1. Les abeilles infectées par le *Nosema*, présentent des signes de dysenterie, leurs ailes sont disjointes, incapables de voler et peuvent être observées rampant sur le sol devant la ruche. Elles présentent un abdomen gonflé et n'ont plus le réflexe de piquer. Des cadavres d'abeilles sont aussi observés à coté des ruches.

Les signes de *nosérose* ne sont pas nécessairement détectables visuellement, en particulier en cas d'infection légère. Les signes comportementaux évoquent ceux d'une intoxication par des pesticides, et la dysenterie est souvent associée à une dégradation des réserves de nourriture.

Un test simple est réalisé sur le terrain sur les abeilles mortes. Après avoir sectionné la tête, tirer sur la partie arrière de l'abdomen pour faire sortir les intestins. Dans le cas d'une infection à *Noséma apis*, ces derniers sont d'un blanc laiteux et translucide. La couleur des intestins d'abeilles saines est plutôt jaune à rouge, comme le pollen. Par contre, ce test seul n'est pas un indicateur fiable de la présence de *Nosema*. La seule méthode affirmative reste l'analyse des intestins au laboratoire qui pourrait confirmer ou infirmer la présence de spores de *Nosema* et dénombrer ces spores pour déterminer le seuil d'atteinte.

Avant de commencer le test d'interaction entre la nosérose et l'insecticide, nous avons pris des échantillons d'abeilles des ruchers RA1 et RA2 pour confirmer la présence ou l'absence de la maladie. La méthode de détection de la nosérose s'est basée sur la recherche des spores

Chapitre II : matériel et méthode

dans les intestins et qui sera décrite ultérieurement lors du dépistage de la nosérose chez les abeilles traitées par l'insecticide.

III.3. Choix du pesticide

Selon l'enquête réalisée auprès des agriculteurs et des points de ventes des produits phytosanitaires, nous avons constaté que parmi l'ensemble des pesticides, les insecticides sont les plus utilisés et les plus vendus. L'enquête révèle que l'insecticide Aceplan fait usage d'une grande majorité des agriculteurs de la région. En effet, d'une part ce qui a motivé notre choix et d'autre part pour le manque de données en littérature sur l'effet de la toxicité de cet insecticide sur les populations d'abeilles en Algérie.

III.3.1. Caractéristiques de l'insecticide Aceplan 20sp

L'ACEPLAN 20 sp est un insecticide systémique de la famille de néocotinoïdes originaires de l'imidaclopride qui a été mis sur le marché depuis 1992 (Mikiko *et al.*, 2012), à action ovicide, larvicide et adulticide persistante, de formule moléculaire $C_{10}H_{11}ClN_4$ (Fig27). Il renferme la molécule de Acetamipride, c'est une molécule découlant de la nicotine, importante dans la protection globale des cultures en raison de son large spectre d'efficacité, de son systémier, de son action translaminaire, de son activité résiduelle et de son mode d'action unique (Hebert *et al.*, 2012). Ce qui fait de lui l'insecticide le plus utilisé à travers le monde. Ce composé est aussi largement utilisé pour le contrôle des ravageurs agricoles par pulvérisation et dans le traitement des semences (Tjeerd *et al.*, 2012). Il est formulé par la société A.C.I.

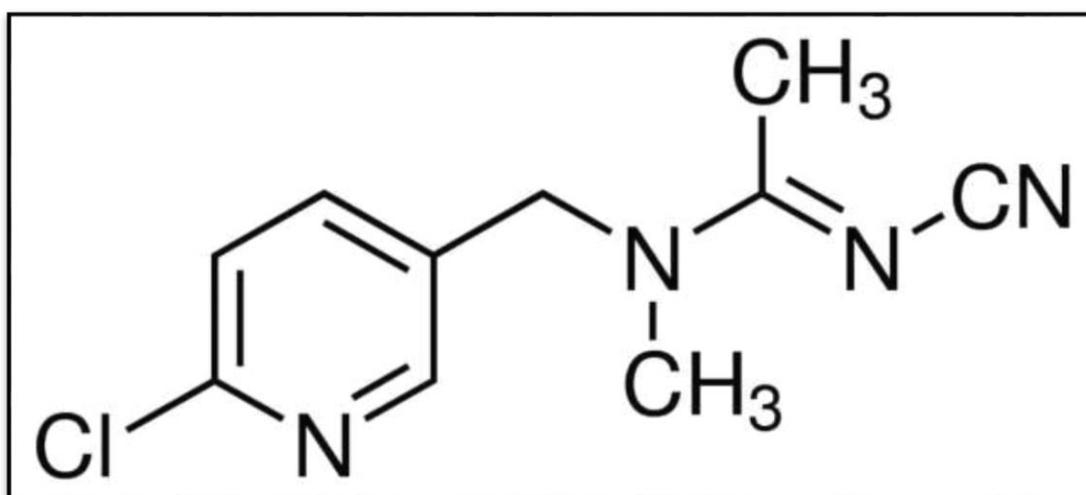


Figure 26 : structure chimique de l'acétamipride.

Chapitre II : matériel et méthode

III.4. Test de toxicité de l'insecticide Aceplan 20 sp

Pour connaître l'effet de la toxicité du pesticide choisi sur les abeilles, nous avons suivi le principe du test de toxicité aigue. Il s'agit d'un essai à court terme ; de quelques minutes, heures et à quelques jours d'exposition des abeilles aux substances chimiques et à différentes doses. En éco toxicologie, ces essais permettent d'établir une relation entre les concentrations d'exposition et l'intensité de l'effet, Son objectif est de déterminer la DL 50 et de signaler les anomalies morphologiques et comportementales des abeilles exposées à l'insecticide Aceplan.

III.4.1. Préparations des concentrations de l'insecticide Aceplan 20 sp

Pour réaliser le test de toxicité du pesticide sur les abeilles, nous avons opté pour une contamination à travers la voie d'intoxication par ingestion de la nourriture préférée chez les abeilles. Dans la mesure où elles sont nourries aux grains de pollen et une préparation d'une solution de saccharose (1 litre d'eau /1 kg de sucre). Cette préparation alimentaire de saccharose, sera contaminée par de différentes concentrations du pesticide et qui doivent être inférieures ou égales à celles utilisées sur le terrain pour lutter contre les ravageurs des cultures.

A partir de la dose utilisée usuellement sur terrain et qui est de l'ordre 300mg/l, on a déterminé trois concentrations inferieures par ordre logarithmique décroissant : 150mg/l, 75mg/l, 37.5mg/l.



Seringue



Micropipette



Pince



Balance

Figure28 : Matériel utilisé au laboratoire(originaire,2023)

III.4.2. Méthodes de prélèvement des abeilles sur le terrain

Pour se lancer dans cette recherche scientifique passionnante, il est nécessaire de prélever des échantillons d'abeilles en utilisant le matériel suivant :

Combinaison : tenue de protection de l'apiculteur adaptée munie de gants, servant à protéger l'intégralité du corps.

Enfumeur : objet métallique possédant un soufflet et un couvercle en forme d'entonnoir. il permet d'enfumer les abeilles pour les calmer.

Lève cadre : c'est une barre en fer qui sert à décoller les cadres de la ruche que les abeilles ont soudé avec de la propolis.

Cagettes pain : celles ci sont confectionnées en bois sous forme rectangulaire présentant des façades en verre. Les boites sont trouées par les cotés pour créer une bonne aération dans l'enceinte expérimentale.



Figure 29 : matériels utiliser sur le terrain pour l'échantillonnage des abeilles

Lors du prélèvement des abeilles, des précautions particulières sont prises afin d'éviter dans la mesure du possible une perturbation de la colonie. Nous disposons aussi d'une tenue adéquate pour éviter les désagréments des piqures d'abeilles

Les abeilles sont récoltées en matiné, durant la fin de la période printanière, ce qui coïncide avec le rythme d'activité de l'abeille. Aidés par les apiculteurs propriétaires des ruchers, nous avons introduit 20 abeilles dans les cagettes de contention type pain.

III.4.3. Contamination des abeilles par le pesticide

Avant de contaminer les abeilles par l'insecticide, celles-ci sont mises à jeun pendant 2 heures pour favoriser le phénomène de trophallaxie (échange de nourriture) et pour induire un même niveau d'appétit. La quantité de la solution sucrée mise *ad libitum* pour les abeilles est de 200 μ l, soit 10 μ l par abeille. Avant d'introduire les préparations des solutions sucrées dans les 4 cagettes, elles sont contaminées par chacune des concentrations préparées du pesticide. Pour une meilleure exploitation des résultats et la bonne fiabilité du test nous avons fait quatre répétitions pour chaque concentration (300mg/l, 150mg/l, 75mg/l, 37.5mg/l).

Chapitre II : matériel et méthode

Il est évident que chaque essai de toxicité doit comprendre un témoin négatif comme variante expérimentale.

Son emploi permet de mesurer l'acceptabilité de l'essai, de révéler l'état de santé et les performances des organismes en expérience mais aussi de s'assurer du caractère convenable des conditions expérimentales et des modes opératoires. Il sert aussi de base à l'interprétation des données obtenues et de les comparer à celles des abeilles contaminées par les différentes doses.

Pendant toute la durée de l'essai, les abeilles sont placées à l'obscurité à 25 ± 2 °C avec une humidité relative, renouvelant chaque fois les solutions de produits à tester.

III.4.4 Contrôle de la mortalité

La mortalité est contrôlée selon la ligne de temps de 24 heures, 48 heures, 72 heures jusqu'à 7 jours. Les abeilles immobiles sont considérées comme mortes s'ils ne répondent pas au stimulus mécanique.

Les taux de mortalité des abeilles témoins et traitées sont calculés par la formule suivante :

$$\text{Taux de mortalité \%} = \frac{\text{nombre de mort}}{\text{nombre totale d'individus}} \times 100$$

- **Correction de la mortalité**

La mortalité obtenue est corrigée par la formule d'ABBOT

$$M_C = \frac{M_2 - M_1}{100 - M_1}$$

M_1 : Pourcentage de mortalité dans le lot de témoin

M_2 : Pourcentage de mortalité dans le lot traité

M_C : pourcentage de mortalité corrigée

Chapitre II : matériel et méthode

III.5. Diagnostic de la nosérose dans les ruches des abeilles

III.5.1. Préparation des échantillons

L'objectif principal de cette étape consiste à la recherche et l'extraction des spores de *Nosema s.* chez les abeilles de la race *Apis mellifera intermissa*. Les échantillons prélevés aux fins d'analyse des spores de la nosérose sont des abeilles mortes récupérées du test de toxicité aiguë. Elles sont conservées dans une solution d'éthanol à 96°. Chaque échantillon est accompagné d'une étiquette indiquant les informations utiles (origine du rucher, présence ou absence de symptômes de la nosérose sur le terrain, nom de l'apiculteur, la dose du traitement par l'insecticide appliquée sur les abeilles).

Après prélèvement des échantillons en date du 14/06/2023 sur le rucher (RA1) où la nosérose a été observée, l'apiculteur a procédé au traitement à base de plantes (bolvit) et d'antibiotique (neopridiment) contre cette maladie. Suite à cette action engagée par ce dernier, nous avons fait un deuxième prélèvement d'échantillons d'abeilles en date du 03/07/2023 dans le but de connaître l'efficacité du produit utilisé contre la nosérose. Afin de comparer les résultats de cette étude nous avons également prélevé des échantillons du rucher (RA2) qui ne présente aucun symptôme visuel de la nosérose.

III.5.2. Recherche des spores de la nosérose au laboratoire

Le dépistage de la nosérose se fait par la mise en évidence des spores de *Nosema spp* au microscope optique. Sachant que les spores de *Nosema spp* ne parasitent que l'intestin, nos prélèvements ont concerné uniquement la partie abdominale des ouvrières.

Le principe consiste à extraire les spores de *Nosema spp* d'ouvrières provenant des échantillons du rucher RA1 après le traitement à l'insecticide Aceplan20sp et du rucher RA2 non traité.

En littérature les études ayant trait à l'analyse de la nosérose ont utilisé le broyage de l'abdomen en entier ou bien les intestins seulement. Pour notre étude, avant de commencer le protocole expérimental et pour une meilleure optimisation de la nature de l'échantillon, les tests ont été réalisés séparément sur les deux parties du corps de l'abeille. La méthode retenue est celle du broyage de l'intestin seul. Cela a permis de minimiser les impuretés rendant ainsi l'observation microscopique plus nette.

L'extraction a été faite selon le protocole proposé par l'OIE (2005) = Office International des Epizooties.

Chapitre II : matériel et méthode

Les intestins de dix ouvrières sont prélevés minutieusement à l'aide d'une pince entomologique et broyés avec un mortier et un pilon dans 5 ml d'eau distillée (Fig30). La suspension obtenue est filtrée à l'aide du papier Whatman n°4 dans un entonnoir placé au dessus d'un tube à centrifuger gradué. Cette filtration sert à récupérer le jus des intestins broyés contenant les spores de *Nosemaspp* et à enlever les éléments grossiers pour faciliter la centrifugation. Les tubes contenant le filtrat sont égalisés à 10 ml avec l'eau distillé ensuite centrifugés à 2200G et à température ambiante pendant 6 minutes avec une centrifugeuse ROTOFIX 32 A. Les surnageants sont décantés et les tubes contenant les culots sont complétés à 10 ml et re-centrifugés. Cette procédure est répétée quatre fois pour assurer une purification optimale des spores et éliminer le maximum de débris tissulaires.

Le volume du culot est récupéré et déposé dans une cellule de Malassez ensuite nous passons à l'observation et le comptage des spores de la nosérose sous un microscope photonique Motic à grossissement x 40.

Le calcul de nombre de spores par abeille est obtenu par une règle de trois (Frieset *al.*, 2006 ; Higeset *al.*, 2007) :

Nombre de spores comptés \longrightarrow 0.015 mm³ (volume totale compté dans la cellule)

Nombre de spores totaux \longrightarrow volume final de suspension

L'échelle de classification de l'infestation utilisée pour déterminer le degré d'infestation des colonies d'abeilles en fonction du nombre de spores (Soerensen, 2009) (à changer la référence) est la suivante :

- 1 : très forte infection (plus de 5 millions de spores par abeille)
- 2 : infection forte (2 à 5 millions de spores par abeille)
- 3 : infection faible (0.5 à 2 million de spores par abeille)
- 4 : très faible infection (0 -0.5 million de spores d'abeille)
- 5 : pas d'infection

Chapitre II : matériel et méthode



Figure30 : Les étapes de l'extraction des spores de *Nosemaspp* (originale,2023)

Chapitre II : matériel et méthode

IV. Méthodes d'exploitation des données

Dans le but d'analyser objectivement les résultats obtenus, nous avons procédé par une analyse descriptive se basant sur l'interaction graphique afin de déterminer l'ampleur de la mortalité des individus en fonction du temps et des concentrations utilisées.

Dans le but d'exploiter objectivement les résultats de l'effet de toxicité de l'insecticide et de déterminer l'ampleur de la mortalité des individus en fonction du temps et des concentrations utilisées, on s'est basé sur les interactions graphiques. Pour ce qui est le calcul de la DL50, on a fait appel au logiciel statistique «Spss» et l'Excel pour les tableaux.

Résultats et discussions

I. Résultats

I.1. Aperçu sur la situation de l'apiculture dans la région de Bouira

Les principaux paramètres pris en compte lors de cette enquête sont le nombre de ruches et la production du miel de 7 communes en période de 6 ans s'étalant de 2016 à 2022 (Fig 31,32).

I.1.1. Nombre de ruches

En termes de capacités, lors de l'année 2016, les communes de Ain Bassem et Lakhdaria sont les plus importantes avec respectivement 7400 et 6000 ruches. Puis, en 2017, la commune de Lakhdaria a connu une forte augmentation en passant à 9900 ruches. Par contre en 2021, pour des raisons de réchauffement climatique et rareté des pluies, ces dernières communes ont connu une chute sensible dans l'activité apicole avec un dépeuplement de l'ordre respectif de 1000 ruches pour Ain Bessem et 917 ruches pour Lakhdaria.

En outre, durant la période considérée par l'enquête l'activité apicole est moins importante dans les communes de Bouira, El Asnam et Ain Laloui. On note également une activité apicole fluctuante dans la commune de M'Chedallah, notamment en 2016 avec 4775 ruches, suivie par d'une forte chute du nombre de ruches entre 2017 et 2022 (Fig31).

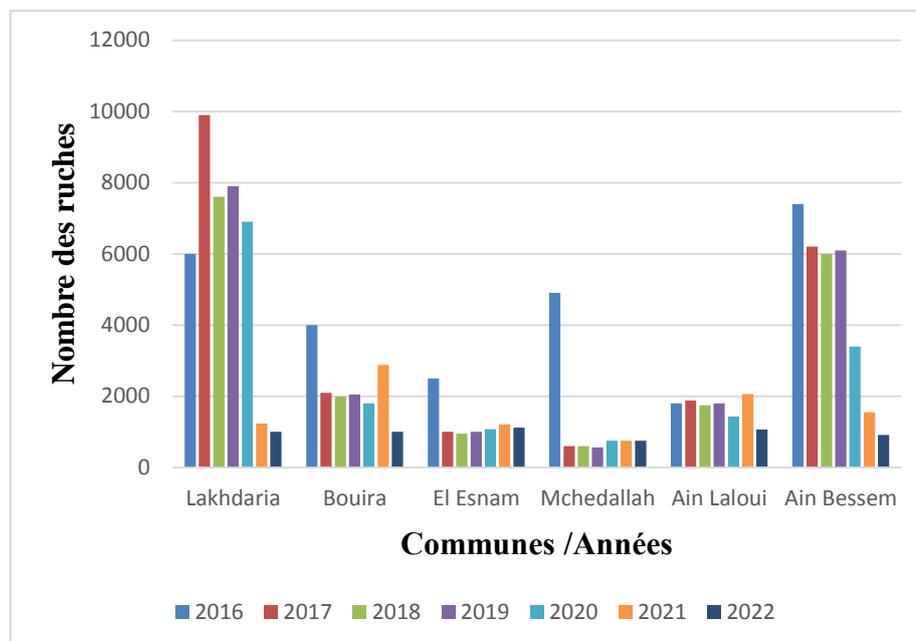


Figure 31 : Variation du nombre des ruches par commune et par année (DSA, 2023).

Chapitre III : Résultats et discussions

I.1.2. La production du miel

Après analyse des résultats portés sur la figure ci dessous, il en ressort que la production de miel est très élevée en 2022 dans les communes d'El Esmam et de Ain Laloui par rapport au reste des communes avec un taux respectivement de 45900 et 48015 kg. La commune de Lakhdaria a connu une forte augmentation de la production de miel en 2017 avec 49000 kg. Par ailleurs une diminution remarquable est observée en 2021 avec 18560 kg. Pour la commune de Bouira, on note une nette augmentation dans la production de miel en 2021 avec 43160 kg. La commune de M'Chadallah a enregistré aussi une variation relative dans la production de miel avec des valeurs maximales enregistrées durant les années 2016 et 2022. En outre la commune de Ain Bassem garde une certaine stabilité dans la production de miel durant toute la période d'enquête .

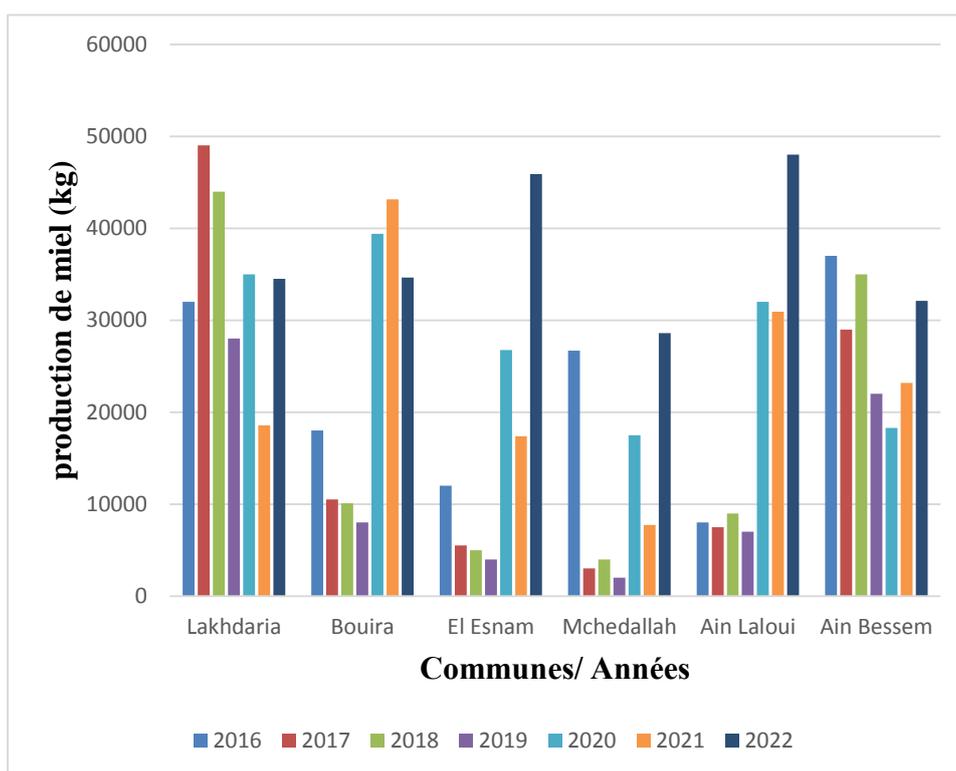
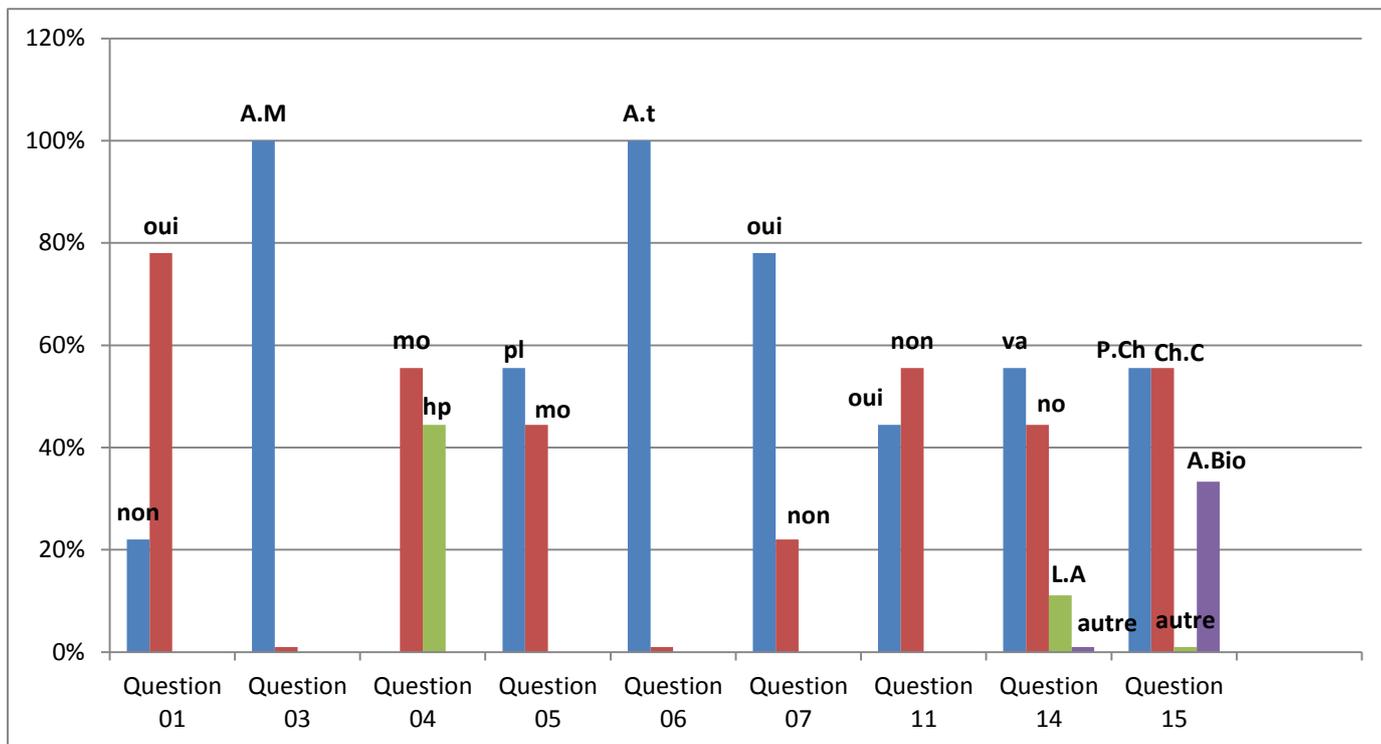


Figure 32: Variation de la production de miel par commune et par année (DSA, 2023).

II. Enquête sur l'état de l'apiculture et l'utilisation et des produits phytosanitaires dans la station de Lakhdaria.

II.1. L'enquête chez les apiculteurs

On a résumé l'essentielle du questionnaire (annexe 01) dans cette figure.



Signification des abréviations :

A.M : apiculture moderne ; **mo** : zone de montagne ; **hp** : les hautes plateaux ; **pl** : zone de la plaines ; **A.t** : abeille telliennes ; **va** : la varroase ; **no** : la nosérose ; **L.A** : la loque américaine ; **p.ch** : produits chimiques ; **Ch.c** : changements climatiques ; **A. bio** : agents biologiques.

Figure 33 : Enquête chez les apiculteurs

Dans la station d'étude de Lakhdaria, les résultats issus de l'enquête ont montré que la plupart des apiculteurs ont acquis une formation et un savoir faire sur l'élevage des abeilles. Ce qui leur a permis d'avoir une meilleure connaissance dans cet élevage, par conséquent, la maîtrise d'une bonne gestion apicole. L'ensemble des éleveurs ont exprimé le vœux et choix de l'emplacement de leurs ruchers en zone montagneuse, souhaits qui se heurtent à l'absence de moyens de déplacement, surveillance mais aussi aux risques d'incendies. Ainsi, la plupart sont contraints d'installer leurs ruchers en plaines plus près des fermes et zones habitées. Certains éleveurs possédant les moyens nécessaires se permettent de s'installer au gré des saisons en pratiquant la transhumance ou carrément la sédentarisation des ruches dans l'un ou

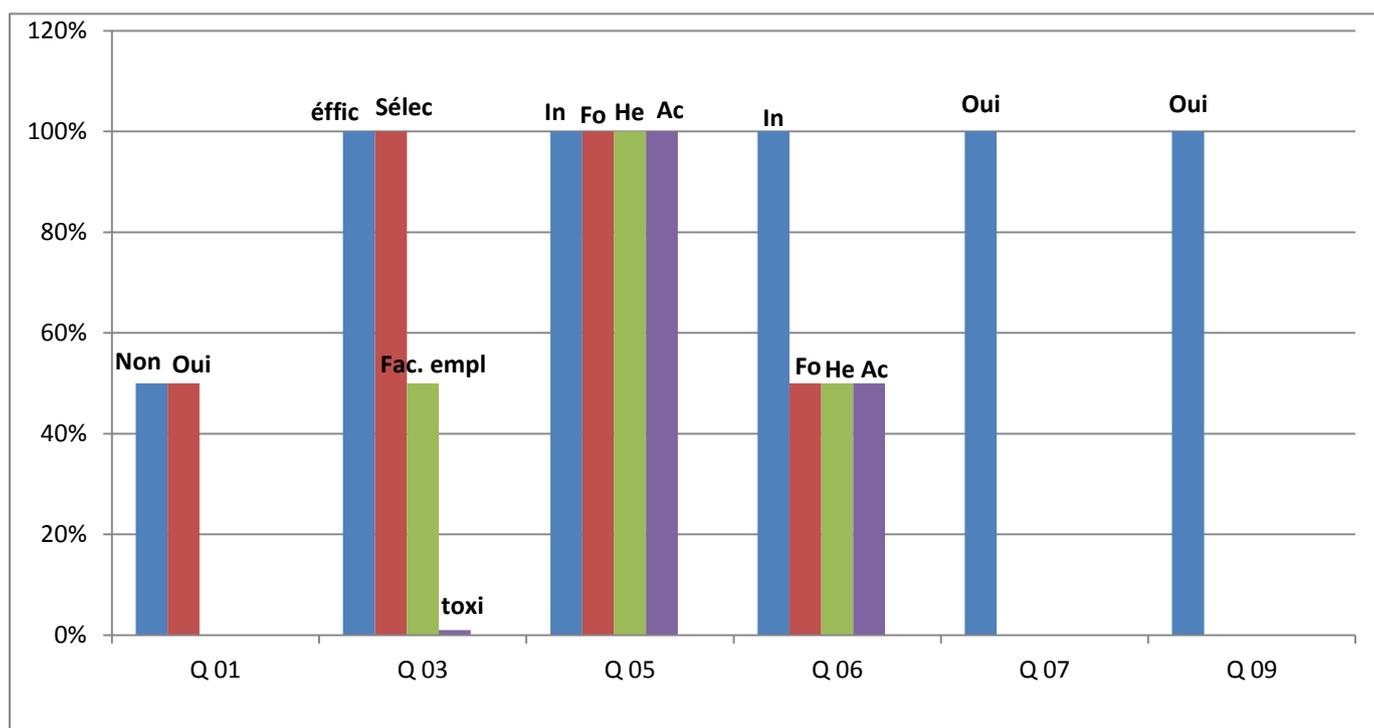
Chapitre III : Résultats et discussions

l'autre des sites. Par ailleurs certains apiculteurs considèrent que la transhumance est source de stress par le transport mais aussi de contamination des abeilles par d'autres issus des milieux déjà contaminés. Cela montre le manque de maîtrise par les éleveurs réfutant cette technique moderne.

Sur le plan sanitaire et selon les apiculteurs, les maladies les plus répandues dans la région sont la varroase et la nosébose qui affectent les colonies d'abeilles surtout à un degré très élevé pour la première pathologie. Pour se prémunir et parer à ces maladies les apiculteurs font recours aux traitements chimiques et parfois à des traitements traditionnels à base de plantes. La majorité des apiculteurs sont conscients des effets néfastes des pesticides sur la santé des abeilles, mais ils ignorent souvent les vraies causes de la mortalité du fait que leurs ruchers ne connaissent pas de suivis par des zootechniciens spécialisé dans le domaine.

II.2. Enquête chez les points de vente des produits phytosanitaires

Les résultats de l'enquête auprès des points de vente des produits phytosanitaires, sont présentés dans la figure suivante :



Significations des abréviations :

éffic : efficacité ; **Sélec** : sélectivité ; **fac.empl** : facilité d'emploi ; **In** : insecticide ;

Fo : fongicide ; **He** : herbicide ; **Ac** : acaricide.

Figure34 : Enquête chez les points de vente des produits phytosanitaires

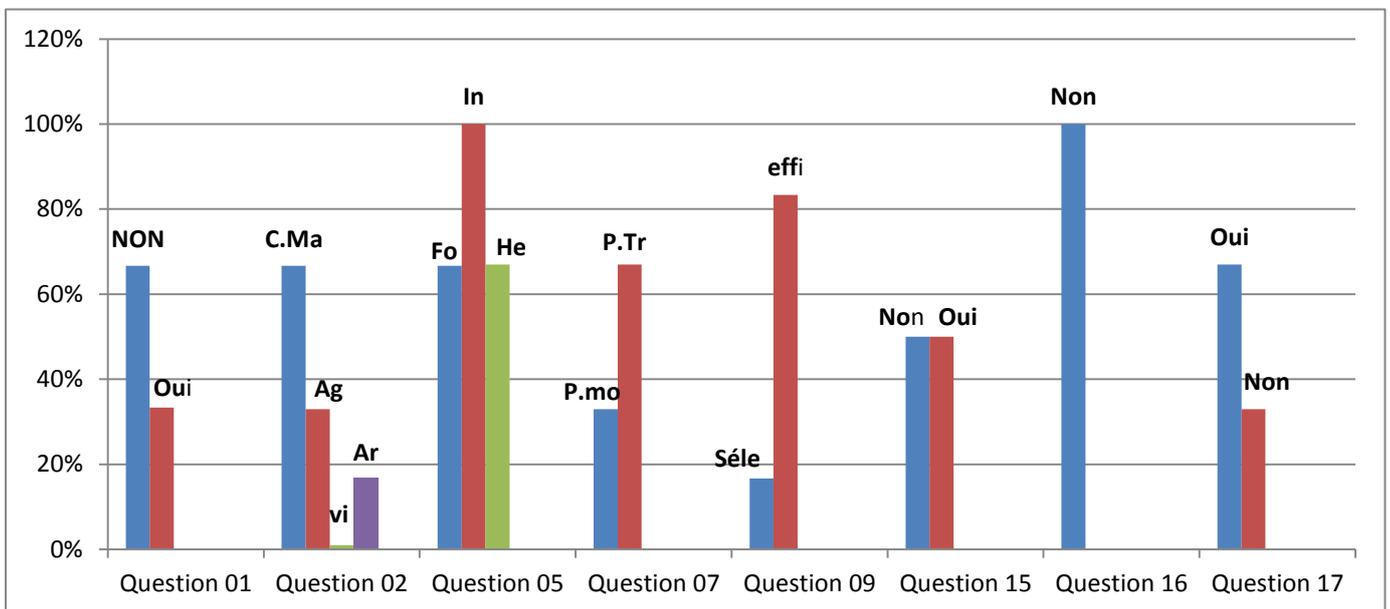
Chapitre III : Résultats et discussions

L'enquête menée auprès des deux points de vente des produits phytosanitaires, révèle qu'un vendeur sur deux n'a suivi aucune formation dans ce sens. Les deux vendeurs s'approvisionnent en pesticides selon les besoins des agriculteurs qui, eux même, d'une manière empirique expriment leurs besoins en ces produits en fonction des ravageurs les plus signalés dans la région d'étude. La distribution de ces produits par les vendeurs tient compte seulement de leur efficacité ainsi que de leur sélectivité. Par contre le critère de la toxicité n'est pas pris en considération.

IL y a lieu de signaler à travers notre enquête auprès des vendeurs que les insecticides demeurent les produits les plus répandus et les plus vendus alors qu'ils constituent une vraie menace sur les populations d'abeilles. Cependant, les autres produits, tels que, les herbicides, les fongicides et les acaricides sont aussi présents chez les distributeurs, avec un degré moindre d'utilisation. Lors de la vente des produits phytosanitaire, les vendeurs présentent une description des pesticides tout en signalant leur efficacité et leur mode d'emploi mais sans évoquer leur impact sur les abeilles.

II.3. Enquête chez les agriculteurs

La figure35 représente les résultats de l'enquêteauprès des agriculteurs selon le questionnaire (Annexe03).



Significations des abréviations :

C.Ma : culture maraichères ; **Ag** : agrumes ; **vi** : vigne ; **Ar** : arboriculture ;

P.tr : pulvérisateur traditionnelle ; **P.mo** : pulvérisateur moderne

Figure35 : enquête chez les agriculteurs

Chapitre III : Résultats et discussions

Selon l'enquête, il a été constaté que la majorité des agriculteurs situés dans la station d'étude de Lakhdaria n'a pas suivi de formation quelconque dans le domaine agricole. La prédominance des cultures arboricoles et maraichères relève de l'aspect traditionnel et obéit à des réflexes traditionnels mêlés de quelques techniques modernes sans une vraie maîtrise de ces aspects techniques.

A titre d'exemple, pour traiter contre les ravageurs de ces cultures les agriculteurs font usage de produits phytosanitaires avec évidemment, une prédominance d'utilisation pour les insecticides. Le critère de choix de ce dernier est basé sur l'efficacité et la sélectivité. Sur le plan matériel de simples pulvérisateurs tractés ou portés et même dorsaux sont utilisés, souvent ne disposant que d'un réglage de pulvérisation très sommaire. D'où, un surdosage en traitement n'est pas à écarter. Lors de l'application des traitements, les mesures de protection des usagers ne sont pas toujours prises en considération. Les agriculteurs sont informés d'une manière générale et aléatoire sur les effets de la toxicité sur les abeilles mais l'intérêt de protéger et de sauver leurs récoltes passe en premier lieu.

Le partenariat entre les apiculteurs et agriculteurs n'existe pas dans la région d'étude. Les agriculteurs ne prennent pas en compte le rôle des pollinisateurs dans l'élaboration du rendement. Les pollinisateurs en tant que facteur de rendement ne sont pas pris en considération dans l'approche moderne de l'agronomie qui reste sur le triptyque « climat - sol - plante ».

Chapitre III : Résultats et discussions

III. Protocole expérimentale de l'étude de l'interaction de l'insecticide et la nosérose chez *Apis mellifera intermissa*

III.1. Diagnostic de la nosérose dans les ruches

Après observation des symptômes de la nosérose dans colonies d'abeilles, du rucher RA1 nous l'avons confirmé au laboratoire par la détection de la présence des spores dans les échantillons prélevés. Par ailleurs, les échantillons issues du rucher RA 2 ne présente aucune présence de spores, ce qui confirme l'absence du pathogène.

III.2. Test de toxicité de l'insecticide Aceplan

III.2.1. Evaluation de la mortalité des l'abeille durant le teste

A travers ce teste de toxicité de l'insecticide combiné à la nosérose, nous avons suivi le taux de mortalité, le comportement des abeilles et les anomalies réactionnelles suite à cet essai.

Nous avons également calculé la DL 50 du pesticide une fois associé à la présence du pathogène *Nosema* sp.

Lors de cette expérience, nous avons observé des symptômes qui se sont se manifestés par une activité générale accrue, avec des mouvements désordonnés, des tremblements et des convulsions, puis un comportement apathique. En revanche, l'apparition des premières mortalités n'est observée qu'après heure après l'ingestion de l'aliment contaminé par l'insecticide.

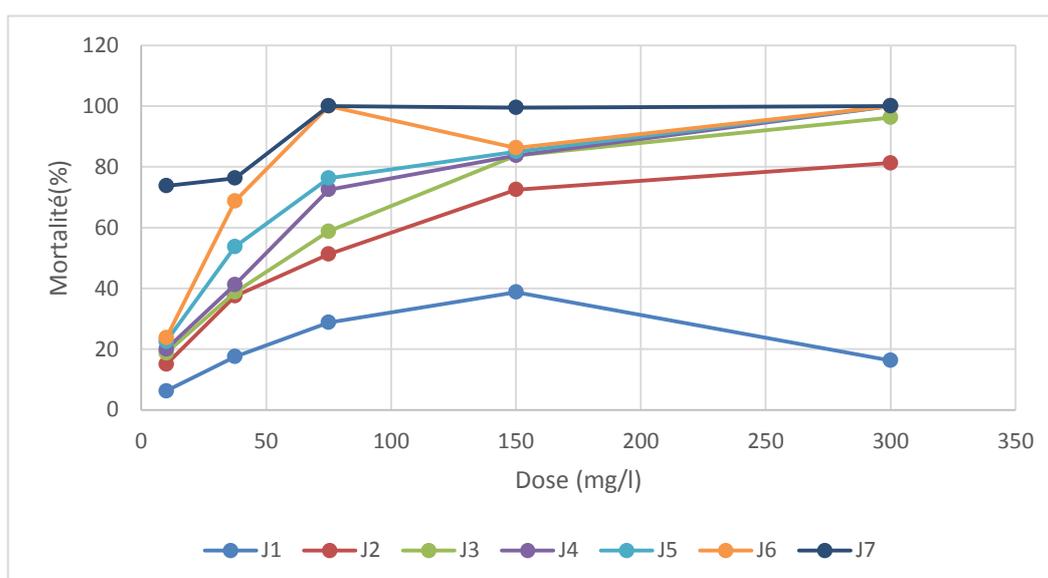


Figure36 : Toxicité de l'Aeplan 20sp vis-à-vis des lots d'abeilles du rucher RA1

Chapitre III : Résultats et discussions

Après 24 heures d'exposition aux concentrations 300 mg/l , 75 mg/l et 37.5mg/l, une mortalité faible est enregistrée respectivement de l'ordre de 19.6%, 25% et 17.5%, par contre nous avons observé une mortalité très élevée à la concentration 150mg/l, avec un taux de mortalité de 38.75%.

Après 48 heures, nous avons observé que le taux de mortalité augmente en fonction des concentrations croissantes. En effet, les taux de mortalités les plus élevés 75.5% et 82.1% sont enregistrés respectivement pour les concentrations 150mg/ et 300mg/l.

Pour les faibles concentrations 75mg/l et 37.5 mg/l, les taux de mortalité sont respectivement de l'ordre de 47.5% et 37.5%.

Après quatre (04) jours, le taux de mortalité faible est observé à la concentration 37.5mg/l, soit 41.25% de morts. Par contre à la concentration la plus élevée (300mg/l), nous avons remarqué une mortalité totale de l'ordre de 100%.

A la concentration 150mg/l, on note la mortalité de 83.75% de la population, A la fin de test de toxicité, la mortalité au témoin a dépassé 10% et a atteint le seuil de 30%.

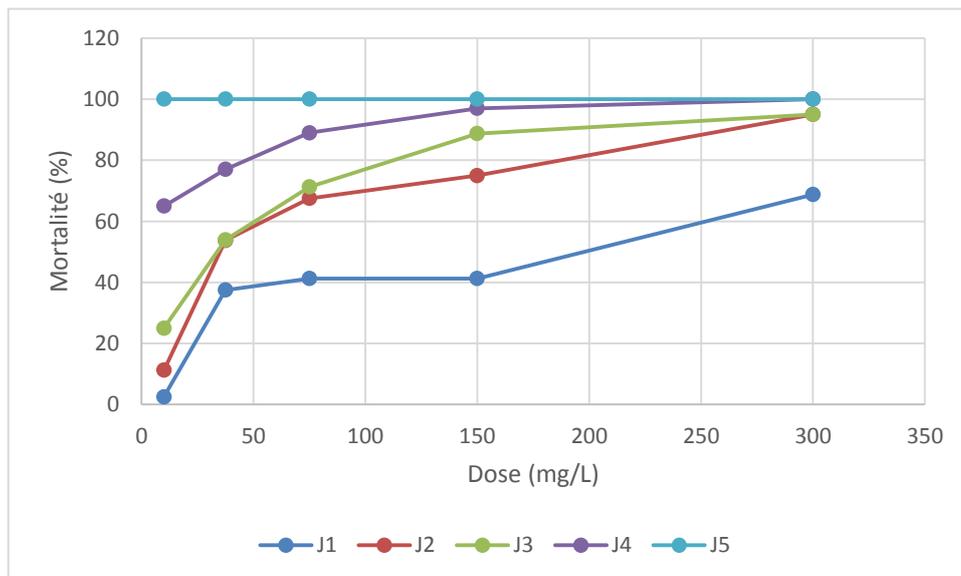


Figure37 : Toxicité de l'Aeplan 20sp vis-à-vis des lots d'abeilles du rucher RA2

Après 24 heures d'exposition à la concentration 37.5mg/l, une mortalité est enregistrée de l'ordre de 33.75%. Les mortalités sont pareilles à la dose 03(75mg/l) et la dose 02(150mg/l), soit 37.5 %. Par contre nous avons observé des mortalités importantes à la concentration 300mg/l.

Après 48 heures, le taux de mortalité augmente en fonction des concentrations croissantes. Pour les faibles concentrations 37.5mg/l et 75mg/l, les taux de mortalité sont respectivement de 53.75% et 67.5%. A la concentration 150mg/l, on a constaté que le taux de

Chapitre III : Résultats et discussions

mortalité atteint 75%. Une mortalité très importante de l'ordre de 100%, a été enregistré à la concentration la plus élevée 300mg/l.

Après 72h heures, des taux de mortalités très importants de 88.75%, 71.25% et 68.75%, ont été enregistré respectivement pour les concentrations 150 mg/l, 75mg/l et 37.5mg/l.

Après quatre (04) jours, des taux de mortalité de l'ordre 65%. 77%. 89% ont été observé chez le témoin et les doses 37,5 et 75 mg/l respectivement, et des taux de mortalité plus élevés ont été enregistré pour les doses 150 et 300mg/l d'ordre de 97% et 100% respectivement.

Après cinq jours (5) de toxicité, nous avons enregistré une mortalité totale des abeilles pour toutes les concentrations.

Dans les échantillons du rucher RA2 La toxicité du pesticide a réagis plus rapidement par rapport aux résultats obtenus dans les échantillons du rucher RA1. Cela est probablement dû à l'interaction avec d'autres facteurs qui ont interféré dans nos essais et qui n'ont pas été pris en considération tel que, température élevée lors du transport, facteur âge, changement brusque de l'alimentation et les conditions d'élevage, cette interférence a causé la mortalité totale de toutes les abeilles même du témoin pendant une durée de cinq jours.

II.2.1.1. Détermination de la DL 50

Les résultats de la mortalité dû au pesticide Aceplan associe à la nosérose du rucher RA1 est exploité par le logiciel SPSS 23.0. La valeur obtenue de ce paramètre est de l'ordre de 8.33 mg/l.

Elle est comprise entre les bornes suivantes : $6.66 < DL50 < 9.46$ donc elle est située entre les doses 01, 02, 03 et 04. La droite de régression est représentée par la figure 38.

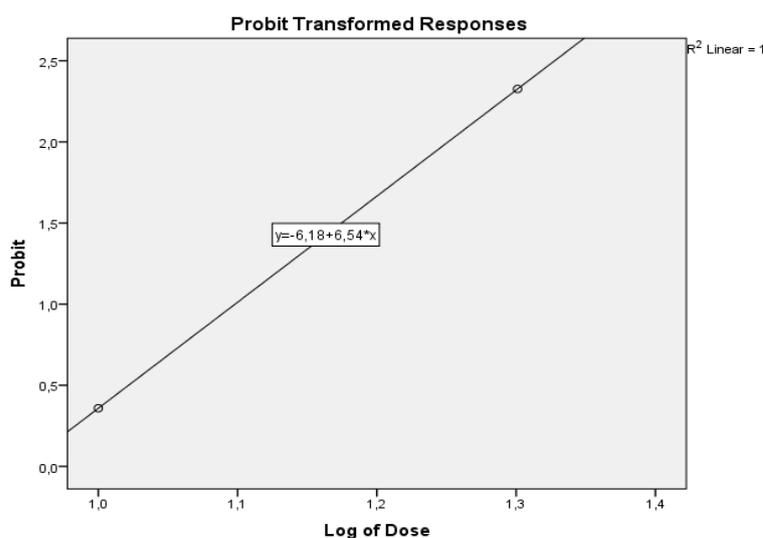


Figure 38: Droite de régression d'Aceplan en fonction des doses du rucher RA1

III.3. Diagnostique de la nosérose

III.3.1. Recherche des spores de la nosérose

Les résultats de la prévalence de la nosérose sont représentés dans la figure suivante :

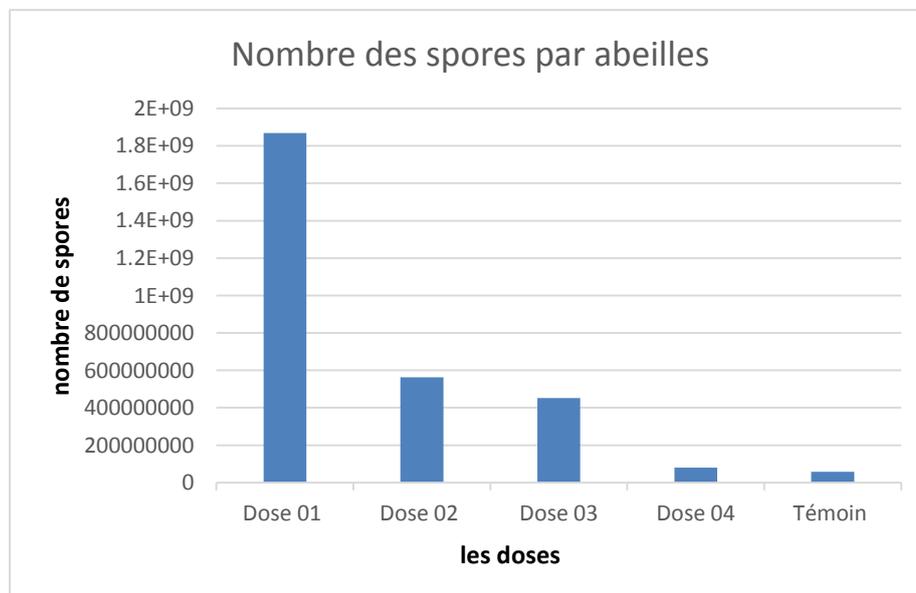


Figure39 : Dénombrement des spores de la nosérose dans les échantillons d'abeilles du rucher RA1.

La détermination du degré de l'infestation des colonies d'abeilles par la nosérose est évaluée en fonction du nombre de spores et selon l'échelle de classification de Soerensen (2009).

Après analyse au laboratoire des échantillons d'abeilles contaminées par la nosérose et exposées à l'insecticide, nous avons dénombré les spores dans les cellules de Malassez. Le comptage des spores s'est fait à partir des échantillons contaminés par les différentes doses de l'insecticide ainsi que ceux du témoin. Les résultats obtenus à travers les analyses des échantillons, révèlent que dans tous les lots expérimentés (témoin et les 4 concentrations), le nombre de spores est supérieur à 5 millions de spores par abeille (Fig 39). La classification de ce résultat selon l'échelle indiquée par Soerensen (2009), nous permet de dire que les abeilles échantillonnées dans le rucher RA1 présentent une très forte infection, dont le taux le plus élevé est de 1 868 333 333,3 spores/abeille, dénombré dans les échantillons contaminés par la dose 01 (300mg/l). Nous notons aussi que le nombre de spores est variable selon les concentrations de l'insecticide, il diminue en fonction de la diminution de ces dernières.

Chapitre III : Résultats et discussions

Pour ce qui est les échantillons prélevés du rucher RA2, aucune présence de spore n'a été détectée.

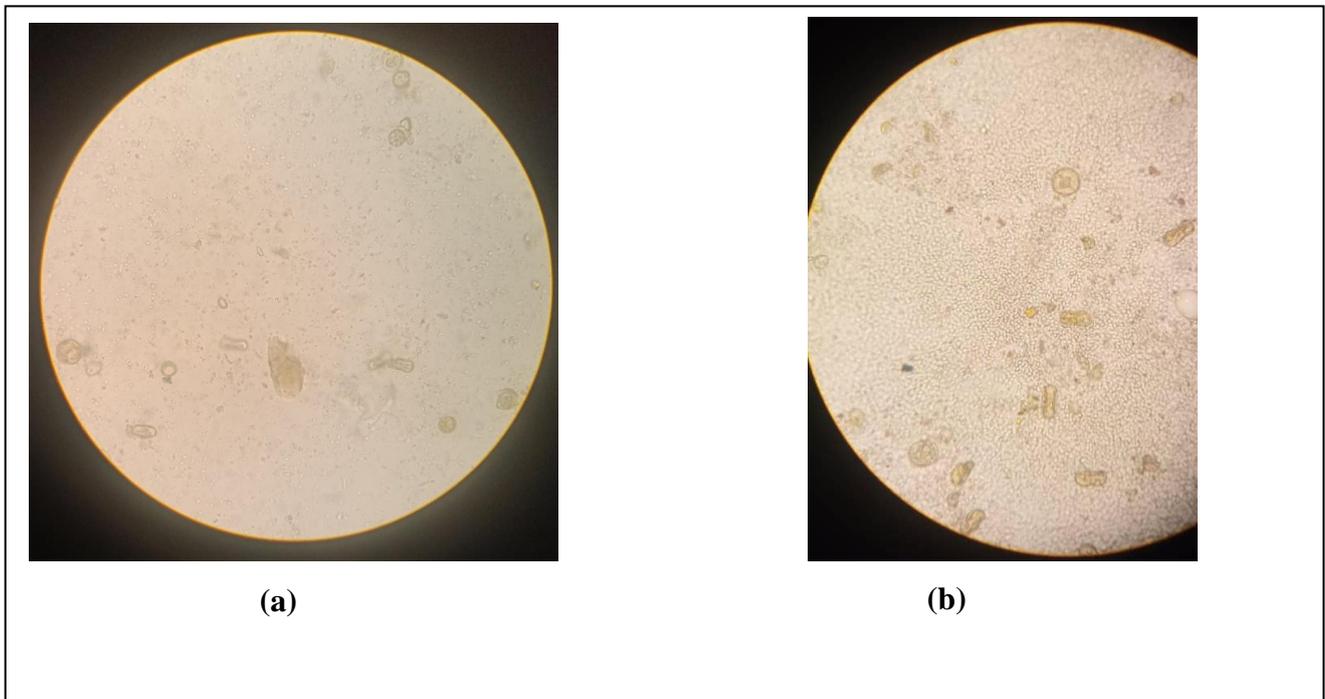


Figure40 : Observation des échantillons d'abeille sous microscope photonique(Gr x40) montre l'importance des spores ; **(a)témoin, nombre de spores : 58 333 333,3 spores/abeille ; (b)la dose 01, nombre de spores : 1 868 333 333,3 spores/abeille.**

III.3.2.Recherche des spores de la nosérose après traitement

Après la détection et confirmation de la nosérose dans le rucher RA1 et prélèvement des abeilles pour notre expérimentation, l'apiculteur a procédé au traitement contre cette maladie

en utilisant un mélange des deux traitements l'un à base des plantes (bolvit) et l'autre d'antibiotique (neopridiment se compose de 200mg de sulfadiazina et 40mg triméthoprime). Le prélèvement des échantillons après et leur analyse 15 jours de l'application du traitement, montre que les spores sont presque inexistantes. Le nombre de spores identifiées dans les deux échantillons indique la présence de deux spores dans le premier et 08 dans le deuxième.

Selon l'application de l'échelle de classification de l'infection, il a été constaté que la nosérose est qualifiée par une très faible infection.

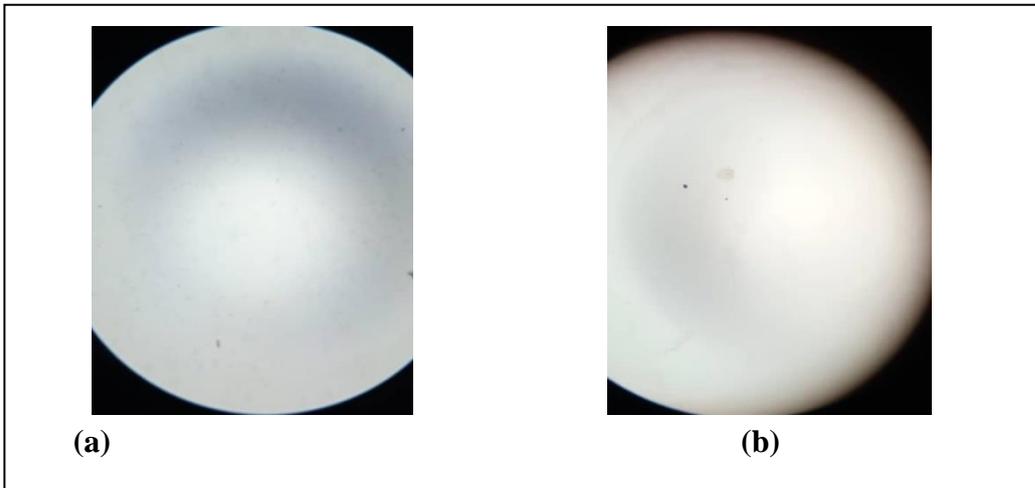


Figure 41 : Observation les échantillons d'abeille après traitement sous microscope photonique (Gr x 40) : **(a)**, nombre de spores : 8 spores/ abeille ; **(b)**, nombre de spores :2 spores/ abeille. (Originale, 2023).

II. Discussion

II.1. Enquête sur la situation de l'apiculture et l'usage des pesticides dans la région d'étude

La région de Bouira, avec ses massifs montagneux et forestiers, ses coteaux jouxtant les vallées et plaines agricoles constitue un immense territoire de parcours apicoles. Le développement de la filière ne cesse de s'accroître d'année en année malgré les aléas climatiques de ces dernières années ou la sécheresse freine quelque peu le développement et l'expansion des populations d'abeilles. D'autres facteurs peuvent aussi agir négativement sur l'apiculture telle que les incendies et l'utilisation inadéquate des produits chimiques. Gouras (2019), ayant travaillé sur la situation de l'apiculture dans la région de Bouira, montre que les conditions climatiques (hivers rigoureux et les sécheresses pendant le printemps) ont un impact très important qui pourraient conduire à un décalage temporel de développement des ressources florales et celui des colonies. Dans la région de de Tizi-ouzou région limitrophe de la région de Bouira, Begriche, (2017), signale que la production apicole a subi une diminution de 32% de 2011 à 2015. Cette dernière s'expliquerait par la rigueur des hivers qui ont provoqué des mortalités importantes, l'écroutement des périodes de floraison, ainsi que la cherté des facteurs de production tels que les sucres pour l'alimentation et les produits de traitements des maladies

La monoculture pratiquée ces dernières années dans la région de Bouira sur des étendus territoriales travaillées, souvent avec des espèces végétales peu mellifères, tout en pratiquant des désherbages systématiques des plantes sauvages, alors qu'elles constituent une ressource alimentaire de base pour les abeilles. Par contre, on constate l'épanouissement de celle-ci dans les zones montagneuses où domine une permaculture naturelle avec les plantes cultivées qui cohabitent avec des sous bois sauvages herbacés, voir même des espèces arboricoles forestières (aubépine, chêne...).

Notre enquête menée auprès de (09) neufs apiculteurs, nous a permis de constater que les apiculteurs gèrent l'élevage des abeilles de manière convenable, bien qu'ils n'ont pas tous suivis une formation dans le domaine de l'apiculture. Ces derniers se basent sur la méthode moderne pour un rendement meilleur dans l'élevage des abeilles de race résistante aux agents biotiques et abiotiques et une récolte significative et de qualité.

La notion de partenariat et de synergie entre agriculteurs et apiculteurs dans la région d'étude n'existe pas malheureusement où du moins n'est pas perçue comme indispensable et bénéfique pour l'ensemble des acteurs du milieu alors que les deux filières sont

Chapitre III : Résultats et discussions

vraisemblablement interdépendantes, sachant qu'actuellement, de nombreux agriculteurs notamment maraichers et arboriculteurs tirent profit de la pollinisation de leurs cultures une partie non négligeable de leurs revenus, il est bien évident de renforcer l'enjeu commun aux deux partenaires.

Les études qui ont été réalisées sur l'utilisation des produits phytosanitaires dans la région de Bouira sont rares et limitées Bounadi et Mammeri (2017).

Selon l'enquête menée auprès des points de vente des pesticides et les agriculteurs, il a été constaté que les vendeurs maintiennent une gestion convenable dans la vente des produits phytosanitaires selon la demande des agriculteurs et selon les critères d'efficacité et de électivité. Cependant, les agriculteurs ne se préoccupent pas toujours des risques potentiels et de la toxicité sur les insectes pollinisateurs et sur l'environnement. Les vendeurs disposent dans leurs stocks les différentes catégories de pesticides, alors que ceux qui sont les plus vendus et les plus demandés par les agriculteurs sont les insecticides. Dans la région d'El Hachimia(Bouira) Madjeri et Chabira (2019), montrent que parmi l'ensemble des produits phytosanitaires utilisés par les agriculteurs, les insecticides occupent la première place avec une forte utilisation en culture maraichère représenté dans leur majorité par les pyréthrinoïdes. Dans ce sens, l'enquête menée par Alam et Merzouk(2018) dans le plateau d'El Asnam, révèle également que parmi l'ensemble des produits phytosanitaires utilisés par les agriculteurs, les insecticides occupent la première place avec une forte utilisation en culture maraichère.

II.2. Protocole expérimentale de l'interaction de l'insecticide et la nosérose chez les abeilles *Apis mellifera*

Après confirmation de la nosérose dans le rucher RA1 par la présence des spores, le teste de toxicité de l'insecticide Aceplan associé à la nosérose a permis de dévoiler les effets de cette interférence sur la mortalité des abeilles.

Suite à l'application de l'insecticide par voie orale combiné à la nosérose chez les abeilles, une mortalité est observée chronologiquement en fonction des doses du pesticide. Au cours de ce teste la première observation de la mortalité des abeilles est constatée à partir de la première demi heure de l'essai. Une mortalité totale des abeilles est survenue après 7 jours dans tous les lots d'expérimentations 300mg/l et 150mg/l.

En même temps que l'évaluation de la mortalité, nous avons observé des comportements anormaux des abeilles qui se sont manifestés par la paralysie, l'incapacité de voler et des tremblements. Le même constat est évoqué par l'étude réalisée par Boucem et Sifouane (2016), ou ils ont constaté les mêmes symptômes sur tous les lots d'abeilles traitées par Diméthoate (organophosphorés) et Lambda Cyhalothrine (pyrétrinoïdes). Des symptômes similaires sont observés chez *Apis mellifera sahariensis* contaminée par Thiaméthoxame (Chahbare et al., 2011).

En étudiant les tests de toxicité de l'acétamipride sur *A. mellifera*, Maziet al. (2020) ont décrit également des symptômes de neurotoxicité qui sont représentés par des mouvements désordonnés et rapides, des tremblements et des convulsions. Les premières mortalités apparaissent 15 min après l'ingestion des fortes concentrations, au bout de 1 heures le taux de mortalité atteint l'ordre de 78.3% à la concentration la plus forte (113.4ng/μl), après 24 heures à la même concentration, le taux de mortalité des échantillons atteint le totale (100%).

La DL 50 calculée de l'Aceplan associé à la nosérose est de l'ordre 8.33 mg/l, ce résultat ne concorde pas avec les travaux effectués par Mazi et al (2020). Lors de cette dernière étude, le calcul de la DL50 de l'acétamipride seul après 24 heures est de 5.26ng/μl.

Plusieurs travaux se sont intéressés à la réaction des abeilles vis-à-vis aux néonicotinoïdes. Ces pesticides sont majoritairement utilisés en agriculture, ils impactent le système nerveux des insectes, d'après Estelle (2020), les néonicotinoïdes touchent l'apprentissage et la mémoire des abeilles. A une dose de terrain, les néocotinoïdes tant à une exposition aigue (suite à une seule recherche de nourriture) ou chronique (après plusieurs butinages) affectent l'apprentissage des abeilles. Ainsi que leur mémoire à court (moins de 24h) et long terme

Chapitre III : Résultats et discussions

(24h et plus). Leur mémoire qui leur est utile pour se souvenir de la localisation des fleurs et retrouver le chemin de la colonie, de la ruche ou de l'essaim.

Telangre *et al.*, (2018), ont étudié l'effet par pulvérisation de l'acetamipride 20% sp sur trois espèces d'abeilles (*A.mellifera*, *A.florea* et *A.ceranaindica*). Ils ont constaté la réduction de l'activité de butinage de ces abeilles aux premiers jours de pulvérisation. Ces mêmes auteurs notent également que cet insecticide est moyennement toxique par rapport à l'imidaclopride. En outre, Laurino *et al.*, (2011), ont également cités que si les insecticides induisent une hausse de mortalité en condition de laboratoire a des doses bien inferieures aux doses recommandées, il est beaucoup plus difficile d'évaluer leur impact en milieu naturel.

Les résultats obtenus par ces derniers auteurs, montrent que l'Acétamipride 20% sp est toxique pour les abeilles. L'application de ce produit chimique dans le domaine agricole entraînera la mort d'abeilles et d'autres pollinisateurs utiles à l'agriculture et à l'apiculture. Compte tenu de tous ces risques et pour une agriculture et une apiculture durables, il est important d'établir des mesures de qualité sur cet insecticide dans l'écosystème et de mettre en place un système de phyto-pharmacovigilance et de sensibilisation de la population.

A partir de l'analyse des échantillons d'abeille atteints de **la nosérose et contaminés par les différentes doses de pesticides**, nous avons enregistré un nombre de spores de *Nosema sp* qui dépasse les 100 millions par abeilles dans les fortes doses (300mg/l, 150mg/l, 75mg/l) ce qui définit selon l'échelle adoptée qu'il s'agit d'une infection très forte. Le dénombrement le plus important de spores est enregistré dans les échantillons contaminés par la dose 01 (300mg/l). En faisant une comparaison relativement au témoin, nous constatons que le nombre de spores augmente en fonction de l'augmentation des doses de l'insecticide. D'après Vidau *et al.* (2011) et Pettis *et al.* (2012) l'exposition sub létale chronique et orale aux insecticides pourrait augmenter la charge de spores. Cette très forte infestation observée au niveau des échantillons contaminés par la dose 1 d'Acéplan associé à la nosérose pourrait être expliquée par la sensibilité de l'abeille à cause de la dégradation de leur système immunitaire, elle ne peut plus se défendre aux facteurs stressants. Colon (2017), a montré qu'aux moments où les abeilles s'exposent au pesticide, ce dernier pouvait avoir un effet direct sur certains composants du système immunitaire, aussi sur les défenses physiques ou les comportements empêchant les contagions chez les abeilles.

Les interactions entre les agents pathogènes et les pesticides ont aussi été démontrées avec la microsporidie *Nosémasp*. La toxicité induite par des insecticides tels que les néonicotinoïdes (thiaclopride et imidaclopride) peut être augmentée lorsque les abeilles sont

Chapitre III : Résultats et discussions

co-exposées aux pesticides et à l'agent pathogène (Alaux *et al.*, 2010; Aufauvreet *et al.*, 2012; Aufauvreet *et al.*, 2014; Retschniget *et al.*, 2014; Vidauet *et al.*, 2011).

En effet les travaux menés par Alaux (2010), Vidau (2011), Aufauvre (2012) et Pettis (2013) ont montré que les principaux facteurs de stress qui peuvent favoriser l'apparition de signes cliniques ou agir de façon synergique avec la nosérose pour affaiblir la colonie est la présence de pesticides dont les pesticides systémiques. De même Vidauet *et al.*, (2011), ont montré dans ce contexte une synergie entre *Noséma sp* et un insecticide peut induire respectivement une hausse ou une baisse de la charge de spores de *Nosérose sp*, mais ce n'est pas systématique, suggérant que la synergie n'est pas corrélée à un meilleur succès parasitaire.

Toutefois, si les pesticides peuvent sensibiliser les abeilles aux agents pathogènes, les agents pathogènes peuvent aussi accroître la sensibilité des abeilles aux pesticides. Selon Martin-Hernández *et al* (2009), la présence de ce pathogène en Algérie confirme sa plasticité à divers conditions climatiques, surtout les hivers longs et humides. La présence de spores dans les abeilles varie selon les saisons et est à son maximum à la fin de l'hiver et au printemps, après une longue période de confinement dans la ruche (Fries, 2006; Gisder, 2010; Pernal, 2011).

En effet la période de prélèvement de nos échantillons s'est faite juste après des journées pluvieuses durant la saison printanière. Ce qui explique l'importance du degré de contamination des abeilles par la nosérose ayant trouvé des conditions climatiques favorables. Fernandez et Coineau (2007), ont montré que la nosérose est plus fréquente au printemps et à la fin de l'hiver tandis que l'activité des abeilles est intensifiée pendant ces périodes, et est moins fréquente au début de l'été.

Les résultats des échantillons **des abeilles après traitement contre la nosérose** montrent une absence presque totale des spores de ce pathogène qui confirme l'efficacité du traitement. Des études sur le traitement de la nosérose ont rapporté que l'acide acétique est parfois utilisé pour prévenir la nosérose en acidifiant la nourriture d'hiver (6 mL/litre de sirop) (Boucher, 2016). Plusieurs autres compléments alimentaires, dont le Nozevit+ (un mélange de vitamines, huiles essentielles et acide citrique) ou différentes formes de vinaigre, sont populaires afin de prévenir la nosérose.

Le seul traitement qui existe est l'antibiotique fumidil (fumagiline), cet antibiotique est mélangé avec le sirop de sucre et distribué à la colonie. Les expériences de laboratoire effectuées au Belgique suggèrent que la nourriture acidifiée entraîne la baisse du

Chapitre III : Résultats et discussions

développement de *Nosema apis* dans l'intestin (Mottoul, 1996).

Par contre Christelle (2016), a cité qu'il n'y a pas de traitement médicale que l'ont ait droit de prescrire en France. La fumagiline a une action contre les microsporidies, mais n'a pas d'autorisation de mise sur le marché (L'AMM) en France.

CONCLUSION

Conclusion

L'abeille considérée à raison comme sentinelle de la nature est un insecte essentiel pour la sauvegarde de la biodiversité et du maintien de l'équilibre des écosystèmes. De par son action sur les espèces végétales qu'elle pollinise elle participe à l'équilibre, la préservation et la pérennisation de la biodiversité donc essentielle à la survie de l'être humain et de l'ensemble des êtres vivants. Ses caractéristiques biologiques et les échanges avec le milieu extérieur rendent cette espèce très sensible à d'éventuelles intoxications d'origines environnementales. Alors que la région de Lakhdaria est considérée comme potentiellement productrice de miel et d'essaims d'élevage d'autres facteurs exogènes et limitant viennent menacer la filière voire quasiment sa survie. Ces risques environnementaux nous interpellent au point de mener cette étude qui a pour but d'évaluer l'effet combiné de l'insecticide Aceplan et l'agent pathogène de la nosérose (*Nosema sp*) chez l'abeille, *Apis mellifera* dans la région de Bouira.

L'enquête réalisée auprès des apiculteurs de la région d'étude, nous a renseigné sur la situation de l'apiculture qui ne cesse de s'accroître d'année en année malgré les aléas climatiques et la présence des pathogènes qui freinent quelque peu le développement et l'expansion des populations d'abeilles. Le recueil des données chez les agriculteurs et les distributeurs de produits phytosanitaires de la région ciblée (Lakhdaria), montre une large utilisation des pesticides dominé par les insecticides contribuant dans la lutte contre les ravageurs des cultures mais aussi pour améliorer leurs rendements.

Ce travail a également pour but de déterminer l'effet toxique de l'insecticide Aceplan associé au pathogène de la nosérose sur des échantillons d'abeilles *Apis mellifera intermissa* prélevées sur le rucher (RA1). Nous avons remarqué que le produit en question est non seulement toxique pour les colonies d'abeilles mais aussi leur mortalité est proportionnelle à la concentration du produit, plus cette dernière augmente, plus la mortalité est élevée. La dose la plus élevée 300mg/l a provoqué une mortalité totale après 4 jours d'essai. Par contre la dose la plus faible 37,5 mg/l a induit une mortalité de l'ordre 75 %. Les échantillons du RA2 contaminés par le pesticide seul ont manifesté une mortalité rapide par rapport aux échantillons du RA1. Probablement certains facteurs se sont interférés à notre expérimentation pour provoquer cette décadence rapide de la mortalité des abeilles. D'après nos observations, l'Aceplan provoque également des troubles de comportements tels que la paralysie, l'incapacité de voler, les tremblements puis la mortalité des individus.

Au terme de notre étude qui s'est intéressée à la détermination de la prévalence de la nosérose chez les abeilles du rucher (RA1) avant et après traitement et chez les abeilles du

rucher (RA2) de la station de Lakhdaria, où les conditions du milieu sont plus saines. Les résultats ont démontré qu'il y a une interaction synergique entre l'agent pathogène et l'insecticide dans les échantillons de (RA1). Cette infestation est représentée par un nombre de spores très élevés d'une valeur supérieure à 100 millions par abeille contaminée pour les doses, 300mg/l, 150mg/l et 75 mg/l, ainsi nous considérons que les échantillons présentent une forte infection. D'après nos observations la nosérose provoque une diarrhée jaune à brune, un gonflement de l'abdomen et des affaiblissements. Ce qui signifie que cette forte infestation combinée à la nosérose provoque des dégâts importants. Les résultats montrent que la combinaison de la maladie *Nosema sp* et l'insecticide chez les abeilles constitue une menace considérable.

Cependant, après traitement contre la nosérose par l'éleveur sur le rucher RA1 nous avons constaté que les spores sont presque inexistantes, ce qui qualifie que ces échantillons présentent une faible infection.. Par contre sur les échantillons prélevés du rucher RA2, aucune présence de spores n'a été détectée

En outre, les résultats obtenus dans cette étude complètent le corpus de preuves sur la dangerosité des néonicotinoïdes et de la nosérose pour les abeilles, en ajoutant à la longue liste les effets des interactions de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques qui entraînent la disparition des abeilles.

En tout état de cause, dans la mesure où l'on ne peut pas s'en passer, il est urgent de relever l'importance de respecter d'une manière rigoureuse les doses préconisées des pesticides utilisés en agriculture et que les traitements chimiques doivent être régis par des lois applicables sur le terrain.

En perspectives, il serait intéressant d'approfondir cette recherche par l'exploit des axes suivants :

- il est important d'effectuer plusieurs prélèvements par saison pour bien déterminer la prévalence de la nosérose et de prendre en compte les facteurs de stress de l'abeille et sa colonie d'origine et surtout son environnement.
- Etudier d'autres interactions du pesticide Aceplan avec d'autres pathogènes tels que la varroa, maladie très fréquente dans les ruchers de la région d'étude.
- l'observation d'effets délétères dus à une forte exposition des abeilles à une multitude de produits phytosanitaires chose qui implique la nécessité de tester les effets cocktails de ces derniers par une analyse judicieuse de leurs effets et éventuellement, de trouver les moyens nécessaires et susceptibles de les protéger.

- Réaliser des coupes histologiques sur le tractus digestif afin de connaître le degré d'altération causées par les différentes concentrations du pesticide combiné à la présence de la nosérose.
- Il serait intéressant de procéder une analyse moléculaire des spores (PCR) pour identifier et différencier entre les deux espèces agents pathogènes de la nosérose, *Nosema apis* et *N. ceranae*.

LISTE DES REFERENCES

- 1. Abdelguerfi, M., Abdelguerfi, L., Abdelguerfi, A., Bouznad, Z.G (2003).** Autoécologie et Distribution Du Complexe D'espèces *Medicago Ciliaris*, M. Intertexta En Algérie Revu Acta Botanica ,253-265p.
- 2. Adam , G.V., Aase, A.L.T.O., Seehuus, S.C., Kim Fondrk, M., Norberg, K., Hartfelder, K., (2005).** Social reversal of immune senescence in honey bee workers. *Experimental gerontology*. Vol. 40. 939-947p.
- 3. Adam, F(1985).** Les croisements de l'apiculture de demain, Syndicat NATIONAL APICULTURE 5, rue de Copenhague _75 008, Paris 127p.
- 4. Adam, G (2010).** La biologie de l'abeille. Cours École d'apiculture Sud-Luxembourg. 26p.
- 5. Adam, G.V. AGING CELL 10, 18–27 (1985).** Quantitative Genetics And Evolution Of Head Shape in *Plethodon Salamanders* *Evolutionary Biology* volume 38, Article number: 278.
- 6. Adjlane, N (2012).** Etude des principales maladies bactériennes et virales de l'abeille locale *Apis mellifera intermissa* dans la région médio-septentrionale de l'Algérie. Thèse Doctorat en Science Agronomique. Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El-Harrach- Alger, 102p.
- 7. Alaux, C., Brunet, J.L., Dussaubat, C., Mondet, F., Tchamitchan, S., Cousin, M., Brillard, J., Baldy, A., Belzunces, L.P & Le Conte Y (2010).** Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Environ Microbiol* 12, 774–782p.
- 8. Alaux, C., Brunet, J.L., Dussaubat, C., Mondet, F., Tchamitchan, S., Cousin, M., Brillard, J., Baldy, A., Belzunces, L.P., Conte, Y.L (2010).** Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Enviro. Microbiol.* 12, 774 -782p.
- 9. Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., Le Conte, Y (2010).** Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biol. Lett.* 6, 562–565. doi:10.1098/rsbl.2009.0986.
- 10. Aleferis, K.A., Copley, T and Jabaji, S (2012).** Gas chromatography-mass spectrometry metabolite profiling of worker honey bee (*Apis mellifera* L.) hemolymph for the study of *Nosema ceranea* infection. *Journal of insect physiology*.58(10), 1349-1359p.

11. **Aljedani, D.M., Almeahadi, R.M (2016).** Effects of some insecticides on longevity of the foragers honey bee worker of local honey bee race *Apis mellifera jemenatica*. *Electronic Physician* 8, 1843–1849p.
12. **Allen-Wardell, G., Bernhardt, P., Bitner, R., Burquez, A., Buchmann, S., & Cane, J. et al. (1998).** The Potential Consequences of Pollinator Declines on the Conservation of Biodiversity and Stability of Food Crop Yields. *Conservation Biology*, 12(1), 8-17. doi: 10.1046/j.1523-1739.1998.97154. *Of Economic Entomology*, 85(3), 621-633. doi: 10.1093/jee/85.3.621.
13. **Alvarz-Suarez, J.M., Giampieri, F., Battino, M (2013).** Honey as a source of dietary antioxidants : Structures, bioavailability and evidence of protective effects against human chronic diseases. *Curr.Med.Chem.*2013 ;20 :621-683. doi : 10.
14. **Anderson, D.L. et Trueman, J.W.H. (2000).** *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species, 165-189p.
15. **Anonyme (2012).** Les pesticides dans le monde. www.planetoscope.com/agriculture/alimentation/885-consommation-des-pesticides-dans-le-monde.html. Consulté le 03 mai 2023.
16. **Ares, A.M., Nozal, M.J, Bernal, J.L., Martin-hernández, R., Higes, M and Bernal, J (2012).** Liquid chromatography coupled to ion trap-tandem mass spectrometry to evaluate juvenile hormone III levels in bee homolymph from *Nosema spp.* Infected colonies. *Journal of chromatography B*, 899, 146-153p.
17. **Arias, M., & Sheppard, W. (1996).** Molecular Phylogenetics of Honey Bee Subspecies (*Apis mellifera* L.) Inferred from Mitochondrial DNA Sequence. *Molecular Phylogenetics And Evolution*, 5(3), 557-566. doi: 10.1006/mpev.1996.0050
18. **Aribi, A et Cheradid, H (2020).** Impacts des insecticides sur la physiologie des abeilles domestiques(hymenoptera , Apidae). MEMOIRE DE FIN D'ETUDE En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques. Spécialité : Toxicologie.
19. **Aston, D., Bucknall, S (2009).** Plants and Honey Bees : An Introduction to Their Relationships. Northern Bee Books.
20. **Aufauvre, J., Biron, D.G., Vidau, C., Fontbonne, R., Roudel, M., Diogon, M., Viguès, B., Belzunces, L.P., Delbac, F., Blot, N (2012).** Parasite-insecticide interactions: a case study of *Nosema ceranae* and fipronil synergy on honeybee. *Sci. Rep.* 2, 1 7p. doi:10.1038/srep00326

21. **Aufauvre, J., Misme-Aucouturier, B., Viguès, B., Texier, C., Delbac, F., Blot, N (2014).** Transcriptome Analyses of the Honeybee Response to *Nosema ceranae* and Insecticides. PLoS One 9, 91686. doi:10.1371/journal.pone.0091686
22. **Ayad, M (2012).** Identification et dosage des Pesticides dans l'Agriculture et les problèmes d'Environnement liés [en ligne]. Mémoire Magister : chimie organique (Environnement).Oran : Université Es-Sénia, 54p.
23. **Bailey, L (1963).** The pathogenicity for honey-bee larvae of microorganisms associated with European foulbrood. J. Insect Pathol., 5: 198 – 205 Bailey L. And Collins M.D., (1982), Reclassification of *Streptococcus pluton*.
24. **Bailey, L (1985).** *Melissococcus pluton* and European foulbrood. *Bee World*, 66: 134 _136p.
25. **Barden, M.A (2016).** La situation de l'apiculture en Algérie et les perspectives de développement. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique, Université de Tlemcen.26p.
26. **Batch, D (2011).** *L'impact des pesticides sur la santé humaine*. Thèse de doctorat Pharmacie, Université Henri Poincaré, Nancy.
27. **Behidj, k (2010).** La compétitivité de la filière apicole algérienne-cas de la région centre (Wilaya d'Alger, Blida et Boumerdas). Ecole Nationale Supérieure Agronomique- El-Harrach. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Mgister en Sciences Agronomiques. Option : Développement rurale, 73p.
28. **Ben Salem, F (2015).** Impacts écologiques de la présence de quelques substances prioritaires (pesticides agricoles, hydrocarbures aromatiques polycycliques, polychlorobiphényles, organo-métaux) dans un écosystème littoral anthropisé, le complexe lac Ichkeul-lagune de Bizerte [en ligne]. Thèse de doctorat : biologie. Tunis : Université de Cathage, 201p.
29. **Benziane, A.D (2014).** *Effet d'un régime enrichi en chlorpyrifos chez le rat wistar: étude de l'activité enzymatique des cholinestérases comme indicateur biologique*.Mémoire de master, Université Telemsane, 51p.
30. **Berkani (2008).** Etude des paramètres de développement de l'APC Alg, thèse doctorat, TNA El Harrach Alger.233p.
31. **Berrah A (2011).** Etude sur les pesticides [en ligne]. Mémoire de Master : toxicologie appliquée. Tébessa : Université Larbi Tébessi.

32. **Bertin, R.I., The, S., Society, B (2008).** Plant Phenology And Distribution In Relation To Recent Climate Change Plant phenology and distribution in relation to recent climate change 135, 126–146p.
33. **Biri (2003).** Le grand livre des abeilles : cours d'apiculture moderne. Généralités sur l'abeille, 13p.
34. **Biri, M (2010).** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Ed. Vecchi. Paris. 13-101p.
35. **Boland, J., Koomen, I., Jeud, J., Oudejans, J (2004).** Les pesticides : composition, utilisation et risques [en ligne].France : Agrodok, 124p.
36. **Boucem, kh., Sifouane, R (2016).** Détermination de la dose létale 50 (DL50) des deux insecticides: Diméthoate et Lambda Cyhalothrine chez l'abeille domestique *Apis mellifera intermissa*. En vue d'obtention du diplôme de Master en sciences agronomiques, Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 41p.
37. **Boucher, S (2016).** Maladie des abeilles. Edition France Agricole, 432p.
38. **Boucher, S (2016).** Maladies des abeilles. Paris, Edition France agricole.
39. **Bouchon, C., Lemoine, S (2003).** Marine Niveau de contamination par les pesticides des chaînes trophiques des milieux marins côtiers de la Guadeloupéen recherche de bios marqueurs de génotoxicité. Université des Antilles et de la Guyane laboratoire de biologie.70p.
40. **Boucif, O.L.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 fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme en Ecologie et Environnement, Université de Tlemcen, 52p.
41. **Boucif, O.L.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 fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme en Ecologie et Environnement, Université de Tlemcen. 52p.
42. **Bourg, S.P (2006).** Abeille et insecticides phytosanitaires .Thèse pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire diplôme d'état, 111p.
43. **Bourg, S.P (2006).** Abeille et insecticides phytosanitaires .Thèse pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire diplôme d'état, 111p.
44. **Bradbear, N (2010).** « Le rôle des abeilles dans le développement rural (Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés

Références bibliographiques

- des abeilles». *Organisation des Nation Unies pour l'alimentation et l'agriculture*. Rome. 176 p.
- 45. Bruneau, E (2004)**. Les produits de la ruche In : Bruneau E., Babançon J.M., Bonnaffé P., Clément H., Domerego R., Fret G., Le Conte Y., Ratia G., Reeb C., Vaissière B. Le traité Rustica de l'apiculture. Rustica édition, Paris, 352-387p.
- 46. Calvet R (2005)**. Les pesticides dans le sol: conséquences agronomiques et environnementales. France agricole éditions.637p.
- 47. Calvet, R., Barriuso, E., Bedos, C., B.enoit, P., Charnay, M.P.,Coquet,Y (2005)**. Les pesticides dans le sol. Conséquences agronomiques et environnementales. ISBN 2-8557-119-7 Editions France Agricol.
- 48. Catays G (2016)**. Contribution à la caractérisation de la diversité génétique de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France: cas du locus csd de détermination du sexe. Thèse Doctorat en Médecine Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 314 p.
- 49. Celli, G., Maccagnani, B. (2003)**. Honey bees as bioindicators of environmental pollution.- Bulletin of Insectology, 56 (1). 137-139 p.
- 50. Chahbar, N., Belzunces, L. P et Doumandji S (2011)**. Effet d'un insecticide utilisé en protection des végétaux: thiamethoxam sur l'abeille saharienne *Apis mellifera sahariensis*. Algerian journal of arid environment 1 (2), 11-21p.
- 51. Charrière, J D., Hurst, J., Imdorf, A., Fluri, P (2006)**. Intoxications d'abeilles. Station Federale de rechrche laitière, Centre de recherche Apicole. In *ALP Forum*, Berne, 39p.
- 52. Chen, Y.P., Evans, J.D., Murphy, C., Gutell, R., Zuker, M., Gundensen Rindal, D.A.W.N., et Pettis, J.S (2009)**. Morphological, Molecular, and phylogenrtic characatisation honey bee, *Apis mellifera* 1. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 56(2), 142-147p.
- 53. Chiovenu, G., Ionescu, D., Mardare, A (2004)** .Control of nosemos is the reatment with protofi Apiacta 39 : 31-38 Direction des services vétérinaires. Bulletin sanitaire vétérinaire, année 2009, 2-4p.
- 54. Chiovenu, G., Ionescu, D., Mardare, A (2004)**. Control of nosemosis –the rreatment with protofi Apiacta 39 : 31-38 Direction des services vétérinaires. Bulletin sanitaire vétérinaire, année 2009. 2-4p.

- 55. Chiron, J., Hattenberger, A.M (2008).** Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles. University of Nabraska-Lincoln. Entomology papers from other sources, 154p.
- 56. Christelle, R (2022).** La nosérose des abeilles. Thèse pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire diplôme d'état.
- 57. Christine (2011).** Société Royale D'apiculture De Bruxelles Et Ses Environs.
- 58. Claudia Dussaubat, A (2012).** Effets de *Nosema ceranae* (Microsporidia) sur la santé de l'abeille domestique *Apis mellifera* L. Thèse pour obtenir le grade de Docteur. Université d'Avignon, 15p.
- 59. Clément H (2010).** Une ruche au jardin. Eds. Rustica. Paris. pp 79.20-29p.
- 60. Clément, H (2009).** L'abeille Sentinelle De L'environnement. Paris, Alternatives., 144p.
- 61. Clément, H., Conte, Y., Barbarcon, J.K., Vaisseire, B., BONnaffe, P., Reeb, C et al., 2006.** La traite Rustica de l'apiculture. Rustica editions.
- 62. Dade, H.A (2014).** Anatomy and Dissection of the honeybee. Acticle abnès FAYET.
- 63. Dadoun, N (2021).** Effets combinés de la Varroase (*Varroa destructor*) et de la Nosérose (*Nosema sp*) sur le déclin de l'abeille saharienne *Apis mellifera sahariensis*. Thèse de Doctorat, Université M'HAMED BOUGARA-BOUMERES.
- 64. Dawicke, B.L., Ottis, G.W., Scott, D., and Nasr, M (1992).** Host preference of the honeybee tracheal mite *Acarapis woodi* (Rennie). Exp. Appl. Acarol., 15, 83 –98p.
- 65. Debuysscher, C (2018).** La disparition des abeilles: quelles conséquences pour nous?. Thèse doctorat en pharmacie. Université de picardie Jules Verne UFR de pharmacie d'Amiens, 105p.
- 66. Dechaume-Moncharmont, F.X (2003).** Butinage collectif chez l'abeille *A. Mellifera*. L'étude théorique et expérimentale. Thèse de l'université. Université paris 6, France.
- 67. Delbace, F (2009).** Nosérose des abeilles : recherche de nouveaux moyens de lutte et comparaison de la pathogénie des espèces *Nosema apis* et *Nosema ceranae* in J.-M. Barbarcon et L'hostis, M. *Journée Scientifique apic.*, 26 février 2009, Saint Avold : 96 – 100p.
- 68. Delfinado-Baker, M et Bakere, W (1984).** Notes on honey bee mites of the genus *Acarapis* Hirst (Acari: Tarsonemidae). *Internat. J. Acarol.*, 8, 211- 266p.
- 69. Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L.P., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Suchail, S., Brunet, J.L., Alaux, C (2013).** Influence of Pollen

Références bibliographiques

- Nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and Diversity Matter? PLoS One 8, 1–13. doi:10.1371/journal.pone.0072016.
- 70. Dussaubat, C(2009).** Nosema spp. Infection Alters Pheromone Production in Honey Bees (*Apis mellifera*). J. Chem. Ecol. 36, 522-525.
- 71. Dussaubat, C., Maisonnasse, A., Crauser, D., Beslay, D., Costagliola, G. Soubeyrand, S., Kretzchmar, A et Le Conte, Y (2013).** Flight behavior and pheromone changes associated to 28 *Nosema ceranae* infection of honey bee workers and (*Apis mellifera*) in field conditions. *Journal of invertebrate pathology* 113, 42-51.
- 72. Errami, M (2012).** Devenir atmosphérique de bupirimate et transfert de ses métabolites (les dizaines) dans l'atmosphère, sa dissipation dans les fruits de tomate et sa dégradation électrochimique, obtention de grade de docteur en Science d'Ingénieur & qualité de l'environnement .Université Ibn Zohr & Université de Reims Champagne Ardenne, 212p.
- 73. Estelle B (2020).** L'impact des néonicotinoïdes sur les abeilles et leurs alternatives. Travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention du grade de Médecin Vétérinaire. Université Liège Library Faculté de Médecine Vétérinaire. Belgique, 25p.
- 74. FAO (2018)** .FAO statistical yearbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Google scholar .
- 75. FAO, OMS.** Evaluation des risques dus à la présence de produits chimiques dans les aliments. Archives de documents de la FAO. 1995. Issu de *Application de l'analyse des risques dans le domaine des normes alimentaires*, par le Comité mixte FAO/OMS d'experts des Normes alimentaires. 39p.
- 76. Faucon, J.P (1992).** Précis de pathologie, connaître et traiter les maladies des abeilles. Ed. Fnosad, Riez. 512 p.
- 77. Faucon, J.P (2006).** Mortalités Hivernales 2005-2006. *Abeille Française.*, 212 : 485-488p. Fries, I (1988). *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). J. Invertebr. Pathol.103, S73-S79.
- 78. Fayet A, (2014),** Morphologie & anatomie de l'abeille, fiche biologie pour l'association CRAI.
- 79. Fitter, A.H (2002).** Rapid Changes in Flowering Time in British Plants. Science (80). 296, 1689–1691. doi:10.1126/science.1071617.

- 80. Fletcher, D. (1978).** The African Bee, *Apis mellifera adansonii*, in Africa. *Annual Review Of Entomology*, 23(1), 151-171. doi: 10.1146/annurev.en.23.010178.00105512.
- 81. Fluri P., Herrmann M., Imdrof A., Buhlmann G. et charrière J. D (1998).** Santé et maladies des abeilles: connaissance de base. Centre Suisse de la recherche apicole, 31 p.
- 82. Free, J.B (1977).** *The social organization of honey bees*. Edward Arnold Ed. London,124 p.
- 83. Freedman, B (1995).** Environmental Ecology: The Ecological Effects of Pollution, Disturbance, and Other Stresses. Ed. Academic Press, America. 606p.
- 84. Frérés , J.M ; Guillume, J.C (2011).** L'apiculture écologique de A à Z . nouvelle Ed .macro peitteur.pp.816.199-142p.
- 85. Fries, I., Feng, F., Dasilva, A., Slemenda, S.B and Pieniazek, N.J (1996).** *Nosema ceranae n.sp.* (Microspora, Nosematidaeà, morphological and molecular characterisation of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (hymenoptera, Apidae). *European journal of protistology.*, 32, n°3, 356-365p.
- 86. Fries, I., Hansen, H., Imdorf, A., Rosenkranz, P (2003).** Swarming in honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa destructor* population development in Sweden. *Apidologie* 34, 389–397p. doi:10.1051/apido:2003032.
- 87. Gerster F (2012).** Plan de développement durable de l'apiculture, conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux. 31 p.
- 88. Goblirsch, M., Huang, Z.Y and Spivak, M (2013).** Physiological and behavioral changes in honey bees (*Apis mellifera*) induced by *Nosema ceranae* infection. *PloS One*, 8(3), e58165.
- 89. Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., Rotheray, E.L (2015).** Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *SciencExpress* 1–16. doi:10.1126/science.1255957.
- 90. Grant, G., Nelson, d., Olsen, P et Rice, W.A (1993).** The ELISA detection of tracheal mites in whole honey bee samples. *Am. Bee. J.*, 133, 652 – 655p.
- 91. Gustin Y (2008).** L'apiculture illustrée. Eds. Rustica . Paris. 223p.
- 92. Hadley AS and Betts MG (2012).** The effects of landscape fragmentation on pollination dynamics : absence of evidence not evidence of absence. *Biological Reviews*. 87(3) : 526-544p.

- 93. Hafsaoui, K et Tahraoui, A (2019).** Contribution a l'étude du déclin de la population des abeilles en Algérie. Mémoire de Fin de Cycle En vue de l'obtention du diplôme Master en Protection des écosystèmes, Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana, 31p.
- 94. Hafsaoui, K et Tahraoui, A (2019).** Contribution a l'étude du déclin de la population des abeilles en Algérie. Mémoire de Fin de Cycle En vue de l'obtention du diplôme Master en Protection des écosystèmes, Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana, 31p.
- 95. Han, F., Wallberg, A., & Webster, M. (2012).** From where did the Western honeybee (*Apis mellifera*) originate. *Ecology And Evolution*, 2(8), 1949-1957. doi: 10.1002/ece3.312.
- 96. Hanin, E (2020).** Toxicologie des mélanges de pesticides chez des abeilles exposées à un agent pathogène. Action combinée de l'agent pathogène *Nosema ceranae*, de l'insecticide imidaclopride, du fongicide difénoconazole et de l'herbicide glyphosate. Thèse de doctorat d'avignon université. École Doctorale 536 Agrosociences et Sciences.Ile sud de la France, 51p.
- 97. Hansen, H., et Brødsgaard, C.J (1999).** American foulbrood: a review of its biology, diagnosis and control. *Bee World* 80: 5-23p.
- 98. Haubruge, É., Nguyen, B.K., Widart, J., Thomé, J.P., Fickers, P., Depauw, E (2006).** Le dépérissement de l'abeille domestique, *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae): faits et causes probables. *Notes Fauniques de Gembloux* 59 : 3-21p.
- 99. Higes, M., Martin-Hernandez, R et Meana, A (2006).** *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *J. Invertebr. Pathol.*, 92: 93 – 95.
- 100. Higes, M., Martin-Hernandez, R et Meana A (2010).** *Nosema ceranae* in Europe: an emergent type C nosemosis; *Apidologie*, 41 (3): 375 - 392.
- 101. Huang, Z (2012).** Pollen nutrition affects honey bee stress resistance. *Terr. Arthropod Rev.* 5, 175–189. doi:10.1163/187498312X639568.
- 102. Iwasa, T., Motoyama, N., Ambrose, J.T., Roe, R.M (2004).** Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. *Crop Prot.* 23,371–378p. doi:10.1016/j.cropro.2003.08.018.
- 103. Jacques, A., Laurent, M., Ribière-Chabert, M., Saussac, M., Bougeard, S., Budge, G.E., Hendrikx, P., Chauzat, M.-P (2017).** A pan-European epidemiological study reveals honey bee colony survival depends on beekeeper education and disease control. *PLoS One* 12, e0172591. doi:10.1371/journal.pone.0172591.

- 104. Jansergers, E (2007).** Apiculture. Fiche pédagogique N12. 2p.
- 105. Jones, J., Helliwell, P., Beekman, M., Maleszka, R.J., Oldroyd, B.P (2005).**The effects of rearing temperature on developmental stability and learning and memory in the honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Comparative Physiology A* 191, (2), 1121-1129.
- 106. Jones, J., Myerscough, M., Graham, S., Oldroyd B.P (2004).** Honey bee nest thermoregulation: Diversity promotes stability. *Science* 305, (5682), 402-404p.
- 107. Kana, T et Moulla, F (2022).** Détermination de l'infestation des colonies d'abeille *Apis mellifera intermissa* du rucher de l'ITMAS de Boukhalfa et l'étude histologique de leur tube infesté par la *Nosema apis*.
- 108. Kidoud B A(2017).** Les principales maladies menaçantes la survie de l'abeille domestique (*Apis Mellifera*) en Algérie . Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Gestion et amélioration des ressources biologiques, Université Abou Beker Belkaid Tlemcen, 71p.
- 109. Kleeling, P (2009).** Five questions about microsporidia. *Plos pathog* 5, e1000489.
- 110. Krishna, A et Schwarzbc, N (2014).** Sensory marketing, embodiment, and grounded cognition: A review and introduction *Journal of Consumer Psychology*. 159-168p.
- 111. Ksouri, C (2009).** Enquête sur l'apiculture dans la région des Ziban, Mémoire Master en Sciences Agronomiques production et nutrition animale, Université Mohamed Khider de Biskra.67p.
- 112. Lacube, J (2015).** L'abc De L'apiculture, Rustica Editions, 219-48-52p.
- 113. Laramée, S (2006).** L'abeille : sentinelle de l'environnement, Centre apicole de recherche et d'information, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 15 p.
- 114. Le conte, Y (2002).**L'abeille dans la classification des insectes. *Abeilles et Fleurs* n°628. 15.16 p.
- 115. Le conte, Y (2004).** Mieux connaitre l'abeille. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau Y ., Barbançon J.M., Clément H., Demerego R., Fret G., Le Conte Y., Ratia G., Vaissière B. *Le traité rustica de l'apiculture*. Rustica édition. Paris. 12-83p.
- 116. Le Conte, Y (2011).** Mieux connaitre l'abeille. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau. E ; Barbaçon. J-M ; Bonnaffé. P. Clément. H. Domerego. R ; Fret G ; Le Conte. Y ; Ratia. G ; Vaissière. B. *Le traité rustica de l'apiculture*. Ed. Rustica. Paris. 12-83p.

- 117. Le conte, Y and Navajyas, M (2008).** Climate change : impact on honey bee population and diseases. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties* 27(2) : 499-510p.
- 118. Le Conte, Y., & Navajas, M. (2008).** Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties*, 27(2), 499-510.
- 119. Leven, L.V., Boot., W.J., Mutsaers, M., Segeren, P et Velthuis H (2005).** L'apiculture Dans Les Zones Apicoles.
- 120. Louchahi, M (2015).** Enquête sur les conditions d'utilisation des pesticides en agriculture dans la région centre de l'algérois et la perception des agricultures des risques associés à leur utilisation. [en ligne]. Mémoire Magister : amélioration de production végétale et des ressources génétiques. Ecole nationale supérieure d'agronomie, 68p.
- 121. Marchenay, T., Laurence, F.(2007).** Sciences de l'Homme et Société Revu Anthropologie biologique. P7.
- 122. Marchnay, P ., and Bérard,L (2007).** L'homme, l'abeille et le mie. Paris, Edition de Borée., 227p.
- 123. Marckowiak, C (2009).** Le déclin de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Henri Poincaré, Nancy 1, 155p.
- 124. Maréchal, P (2014).** Les abeilles comme vous ne les avez jamais. Edition France Agricole.
- 125. Martin, S.J., Highfield, A.C., Brettell, L., Villalobos, E.M., Budge, G.E., Powell, M., Nikaido, S., Schroeder, D.C (2012).** Global Honey Bee Viral Landscape Altered by a Parasitic Mite. *Science* (80). 336, 1304–1306. doi:10.1126/science.1220941.
- 126. Mayack, C., and Naug, D (2009).** Energitic stress in the honeybee *apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection. *Journal of invertebrate Pathology* 100, 185-188p.
- 127. Meixner, M., Pinto, M., Bouga, M., Kryger, P., Ivanova, E., & Fuchs, S. (2013).** Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*. *Journal Of Apicultural Research*, 52(4), 1-28. doi: 10.3896/ibra.1.52.4.05
- 128. Meksem, N (2018).** Etude de l'effet biopesticide des extraits naturels de deux plantes de la famille des Myrtacées : *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camaldulensis*. Thèse Doctorat en Toxicologie Fondamentale Et Appliquée, Université Badji Mokhtar – Annaba, 134p.

- 129. Merghid, M., Debbache, M., Foughali, I (2017).** Impacts des pesticides utilisés dans la plasticulture sur la santé humaine En Algérie- Etude de cas la wilaya de Constantine. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Toxicologie. Université des Frères Mentouri Constantine, 100 p.
- 130. Merhi M (2008).** Etude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faible dose : caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaines et sur le système hématopoïétique murin. Thèse de doctorat en pathologie, toxicologie, Génétique et nutrition. Université de Toulouse, France, 140p.
- 131. Miguel, I., Baylac, M., Iriando, M., Manzano, C., Garnery, L., & Estonba, (2011).** Both geometric morphometric and microsatellite data consistently support the differentiation of the *Apis mellifera* M evolutionary branch. *Apidologie*, 42(2), 150-161. doi: 10.1051/apido/2010048.
- 132. Mottoul J.P (1996).** Etude de l'acidification des nourritures contre *Nosema apis* Zander. *Belg. Apic.*, (2) , 39 – 43p.
- 133. Mottoul, J.P (1996).** Etude de l'acidification des nourritures contre *Nosema apis* Zander. *Belg. Apic.*, (2): 39 – 43p.
- 134. Nabti, Dj (2015).** Impact des Produits Phytosanitaires Utilisés dans les Vergers sur les Abeilles Algérienne et le Miel. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option : Physiotoxicologie.
- 135. Nagai, T et Inoue, R (2004).** Preparation and the functional properties of water extract and alkaline extract of roya jelly. Vol 48, 181-186p.
- 136. Nair, S (2014).** Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels algériens. Thèse présenté pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Biologie. Université d'Oran, 202p.
- 137. Naquet, N.V (2009).** Abeille domestique : *Apis mellifera*, un animal modèle pour l'éthologie. Laboratoire, Evolution, Génome, comportement et écologie du CNRS , 7p.
- 138. Oldroyd, B.P (2007).** What's Killing American Honey Bees? *PLoS Biol.* 5, e168. doi:10.1371/journal.pbio.0050168.
- 139. Paillo,t A., Kirkor, S., Granger, A (1949).** L'Abeille, anatomie, maladies, ennemis. Ed. Trevous.172 p.
- 140. Palletier, N (2010).** Le déclin des populations d'abeilles Au Québec : cause probable, impacts et recommanations, University de Sherbrooke, 52p.

- 141. Pascal, R (2009).** Les abeilles et la fabrication du miel, *Astronome, Europe*, 17, 22, 24, 27, 36p.
- 142. Pascal, R (2009).** Les abeilles et la fabrication du miel, *Astronome, Europe*, 17, 22, 24, 27, 36p.
- 143. Paxton, R.J., Klee, J., Korpela, S et Fries, I (2007).** *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*. *Apidologie* 38 , 558-565.
- 144. Pédago, L.P (2002).** Entomology and pest management. Fourth. Ed. Prentice Hall.742p.
- 145. Pedigo, L.P (2002).** Entomology and pest management. Fourth edition. Prentice Hall. 742p.
- 146. Pedigo, LP (2002).** Entomologie and pest management. Fourth edition. Prentice Hall.742p.
- 147. Pettis, J. S., vanEngelsdorp, D., Johnson, J., Dively, G (2012).** Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen *Nosema*. *Naturwissenschaften* 99, 153-158p.
- 148. Pettis, J.S., Collins, A.M., Wilbanks, Reg., Feldlaufer, F (2012).** Effects of coumaphos on queen rearing in the honey bee, *Apis mellifera*. *Apidologie* 35, 605–610.
- 149. Phillippe, J.M. (2007).** Le guide de l'apiculteur. Ed d'E.D.I.S.U.D, 337p.
- 150. Potts, S., Roberts, S., Dean, R., Marris, G., Brown, M., Jones, R., Neumann, P., Settele, J (2010).** Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *J. Apic. Res.* 49, 15. doi:10.3896/IBRA.1.49.1.02.
- 151. Prost, J.P (2005).** Apiculture : Connaître l'abeille. Conduire le rucher. Ed. J.B. Baillière.7p.
- 152. Prost, J.P et Le Conte, Y (2005).** *Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher*. Ed. Lavoisier, Tec & Doc, Paris, 698 p.
- 153. Raizo (2016).** Enquête sur la mortalité hivernale des colonies d'abeille au Québec en 2015-2016. Bulletin zoosanitaire. Ministère de l'Agriculture, des pêcheries et de l'Alimentation du Québec.
- 154. Rasmont, P., Franzen, M., Lecocq, T., Harpke, A., Roberts, S.P.M., Biesmeijer, J.C., Castro, L., Cederberg, B., Dvorak, L., Fitzpatrick, U., Gonseth, Y., Haubruge, E., Mahé, G., Manino, A., Michez, D., Neumayer, J., Odegaard, F.,**

- Paukkunen, J., Pawlikowski, T., Potts, S.G., Reemer, M., Settele, J., Straka, J., Schweiger, O (2015).** Climatic Risk and Distribution Atlas of European Bumblebees.
- 155. Ray, R (2012).** La disparition des abeilles (Colony Collapsus Disorder). Etat des lieux, analyse des causes et des conséquences. Th. Doc. Pha., Bordeaux 2, 115 p.
- 156. Régis, R (2020).** Impacts et interactions de la microsporidie *Nosema ceranae* et d'insecticides neurotoxiques sur la sante de l'abeille domestique *Apis mellifera*. These Présentée a l'Universite Clermont Auvergne pour l'obtention du grade de DOCTEUR D'UNIVERSITE. Specialite : Microbiologie.
- 157. Regnault-Roger, C., Fabres, G., Philogene, B (2005).** Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement : pesticides et biopesticides-OGM lutte intégrée et biologique- agriculture durable. Lavoisier. Paris : Tec et Doc, 1013 p.
- 158. Rennie, J (1921).** Isle of Wight disease in hive bees - Acarine disease: The organism associated with the disease *Tarsonemus woodi*, n. sp. *Transactions Royal Soc. Edinburgh*, 52: 768 – 779p.
- 159. Retschnig, G., Neumann, P., Williams, G.R (2014).** Thiachloprid–*Nosema ceranae* interactions in honey bees: Host survivorship but not parasite reproduction is dependent on pesticide dose. *Journal of Invertebrate Pathology* **118**, 18–19p.
- 160. RIGAL M-L. (2012).** Miel Et Gelée Royale : Utilisations Thérapeutiques Dans Le Domaine Cutané Et Applications En Cosmétologie. Thèse De Doctorat En Pharmacie Université De Limoges, Faculté De Pharmacie, 156p.
- 161. Riondet, J (2013).** Le rucher durable. Ed. Ulmer. Paris.271p.
- 162. Roffet-Salque, M., Regert, M., Evershed, R.P., Outram, A.K., Cramp, L.J.E., Decavallas, O., Dunne, J., Gerbault, P., Mileto, S., Mirabaud, S., Pääkkönen, M., Smyth, J., Šoberl, L., Whelton, H.L., Alday-Ruiz, A., Asplund, H., Bartkowiak, M., Bayer-Niemeier, E., Belhouchet, L., Bernardini, F., Budja, M., Cooney, G., Cubas, M., Danaher, E.M., Diniz, M., Domboróczy, L., Fabbri, C., González-Urquijo, J.E., Guilaine, J., Hachi, S., Hartwell, B.N., Hofmann, D., Hohle, I., Ibáñez, J.J., Karul, N., Kherbouche, F., Kiely, J., Kotsakis, K., Lueth, F., Mallory, J.P., Manen, C., Marciniak, A., Maurice-Chabard, B., Mc Gonigle, M.A., Mulazzani, S., Özdoğan, M., Perić, O.S., Perić, S.R., Petrasch, J., Pétrequin, A.-M., Pétrequin, P., Poensgen, U., Pollard, C.J., Poplin, F., Radi, G., Stadler, P., Stäuble, H., Tasić, N., Urem-Kotsou, D., Vuković, J.B., Walsh, F., Whittle, A., Wolfram, S., Zapata-Peña, L., Zoughlami, J (2015).** Widespread

- exploitation of the honeybee by early Neolithic farmers. *Nature* 527, 226–30. doi:10.1038/nature15757 .
- 163. Ruttner, F. (1988).** *Biogeography and taxonomy of honeybees*. Berlin: Springer-Verlag.
- 164. Sabatier, P (2013).** Étude des effets létaux et sublétaux d’une intoxication au thymol sur le développement et l’immunité des larves d’*Apis mellifera* élevées in vitro, 25p. 28p.
- 165. Sabatini, A.G (2009).** *Journal of ApiProducteur*, p61.**Jean-Prost, P. (2005).** Edition Revue et Complétée Par Le Conte Y. *Apiculture* Connaitre L'abeille. Conduire Le Rucher. 698p.
- 166. Sauvager, F., Amoros, M., Simoes, C.M., Girre, L., Cormier, M. (1992):** Synergistic effect of flavones and flavonols against herpes simplex virus type 1 in cell culture. Comparison with the antiviral activity propolis. *Journal of natural Products* p Nine Malaysian Honeys of Different Origin.
- 167. Seeley, T.D (2002).** The effect of drone comb on a honey bee colony’s production of honey. *Apidologie*, 33. 75 -86p.
- 168. Seeley, T.D (1983).** Division of labor between scouts and recruits in honeybee foraging. *Behavioral ecology and sociobiology*, 12(3), 253-259p.
- 169. Segreen, P., Mulder, V., Beetsma, J., Sommeijer, R (2004).** L’apiculture dans les zones tropicales. Wageningen : Fondation agromisa.
- 170. Sheppard, W., & Meixner, M. (2003).** *Apis mellifera pomonella*, a new honey bee subspecies from Central Asia. *Apidologie*, 34(4), 367-375. doi: 10.1051/apido:2003037
- 171. Souissi, S (2010).** Détermination des résidus de pesticides organophosphorés dans les tomates par chromatographie en phase gazeuse. Projet de fin en Physique Chimie de l’environnement. Université du 7 Novembre à Carthage, Tunisie, 40 p.
- 172. Southwick, E. E., Southwick Jr, L (1992).** Estimating the economic value of honey bees (Hymenoptera: Apidae) as agricultural pollinators in the United States. *J. Econ. Entomol.* 85, 621-633
- 173. Southwick, E., & Southwick, L. (1992).** Estimating the Economic Value of Honey Bees (Hymenoptera: Apidae) as Agricultural Pollinators in the United States. *Journal*
- 174. Suwannapong, G., Maksong, S., Seanbuang, P., et Benbow, M.E (2010).** Experimental infection of red dwarf honeybee, *Apis florea*, with *Nosema ceranae*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*.13, 361-364p.

- 175. Swartd, J (2003).** The occurrence of *Nosema apis* (Zander), *Acarapis woodi* (Rennie) and the cape problem bee in the summer rainfall region of South Africa. Master Sci. Euden Gradum, Université Rhodes, 50 p.
- 176. Tautz, J., Maier, S., Groh, C., Rossler, B., Brockmann, A (2003).** Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their larval development. *Proceedings of the National Academy of Science U S A* 100, (12) : 7343-7347.
- 177. Techer, M.v.A.L (2015).** Diversité génétique et phélogéographie de l'abeilles *Apis mellifera* dans les îles du sud-ouest de l'océan Indien, Université de la Réunion.
- 178. Telangre, A.H., Matre, Y.B., Latpate, C.B and Zanwar, P.R (2018).** Effect of neonicotinoids i.e acetamiprid 20% SP on foraging behaviour of honey bee on safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *International Journal of Chemical Studies* ; 6(5): 185-188p.
- 179. Testud, F et Grillet, J.P (2007).** Insecticides organophosphorés, carbamates, pyréthriinoïdes de synthèse et divers. Elsevier. 24p.
- 180. Testud, F., Grillet J.P (2007).** Insecticides organophosphorés, carbamates, pyréthriinoïdes de synthèse et divers. Elsevier. 24p.
- 181. Thany, S.F., Rynier, P et Lenaers, G (2013).** Neurotoxicité des pesticides : Quel impact sur les maladies neurodégénératives. *Med. Sci.*, 29 (3), 273-278p.
- 182. Thibault, M (2017).** Le pollen apicole : ses propriétés et ses utilisations thérapeutiques. *Sciences pharmaceutiques*. fhal-01931932.
- 183. Tofilski, A (2012).** *Honeybee Draxwing*, [En ligne : <http://www.honeybee.drawing.org>]
- 184. Toullec ANK. (2008).** Abeille noire, *Apismellifera mellifera*. Historique et sauvegarde. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Faculté de Médecine de Créteil. 168 p.
- 185. Toullec, ANK (2008).** Abeille noire, *Apismellifera mellifera*. Historique et sauvegarde. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Faculté de Médecine de Créteil. 168 p.
- 186. van der Sluijs, J.P., Simon-Delso, N., Goulson, D., Maxim, L., Bonmatin, J.M., Belzunces, L.P (2013).** Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 5, 293–305. doi:10.1016/j.cosust.2013.05.007.
- 187. Van der zee, R, Gomez-Moracho, T., Pisa, L., Sagastume, S., Garcia-Palencia, P., Maside, X., Bartolomé, C., Martin-Hernandez, R., and Higes, M (2014).**

- Virulence and polar tube protein genetic diversity of *Nosema ceranae* (Microsporidia) field isolates from Northern and Southern Europe in honeybees (*Apis mellifera iberiensis*). *Environmental Microbiology Reports.*, 6, 401-413p.
- 188. Vandame, R (1996).** Importance de l'hybridation de l'hôte dans la tolérance à un parasite. Cas de l'acarien *Varroa jacobsoni* chez les races d'abeilles *Apis mellifera* européenne et africanisée, en climat tropical humide du Mexique. Ph.D., Univ. Claude Bernard, Lyon 1, 111 p.
- 189. Vavra, J., et Larsson, J.I.R (1999).** Structure of the Microsporidia. In: The Microsporidia and Microsporidiosis, Winttner, M and Weiss ASM press, Washington, DC, 7-84P.
- 190. Vidal-Naquet, N (2015).** Fungal and protozoan diseases. Honeybee Veterinary Medicine : *Apis mellifera* L. Sheffield, United Kingdom, 5m Publishing, 159-169p.
- 191. Vidau, C., Diogon, M., Aufauvre, J., Fontbonne, R., Viguès, B., Brunet, J.L., Texier, C., Biron, D.G., Blot, N., El Alaoui, H., Belzunces, L.P & Delbac F (2011).** Exposure to sublethal doses of fipronil and thiacloprid highly increases mortality of honeybees previously infected by *Nosema ceranae*. *PLoS ONE* 6, e21550.
- 192. Von Frisch, K (2011).** Vie et mœurs des abeilles. Edition Albin Michel, Paris. 21-66p.
- 193. Waring, C et Waring, A (2012).** Abeilles tous savoir sur l'apiculture. Edition Française, 179 p.
- 194. Wendling, S (2012).** *Varroa destructor* (Anderson et Trueman, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa production. Thèse de doctorat vétérinaire, faculté de Médecine, Créteil, 190p.
- 195. Whitfield, C., Behura, S., Berlocher, S., Clark, A., Johnston, J., & Sheppard, W. et al. (2006).** Thrice Out of Africa: Ancient and Recent Expansions of the Honey Bee, *Apis mellifera*. *Science*, 314(5799), 642-645. doi: 10.1126/science.1132772.
- 196. Willemin, M.É (2014).** Modélisation de la toxicocinétique des isomères cis et trans de la perméthrine et de ses métabolites chez le rat et de leur métabolisme sur hépatocytes humains. Thèse de docteur en biomécanique, bio-ingénierie. Université de technologie Compiègne (UTC), 237p.
- 197. Williams, B.A.P (2009).** Unique physiology of host-parasite interactions in microsporidia infections. *Cellular Microbiology*. 11, 1551-1560p.

Références bibliographiques

- 198. Wilson-Rich, N., Dres, S.T., Starks, P.T (2008).** The ontogeny of immunity: Development of innate immune strength in the honey bee (*Apis mellifera*). *J. Insect Physiol.* 54, 1392–1399. doi:10.1016/j.jinsphys.2008.07.016.
- 199. Winston, M.L (1987).** The biology of the honeybee. Harvard. *Univ. Press. Cambridge, Mass.* 294p.
- 200. Winston, M.L (1987).** The biology of the honey bee. Harvard University Press, Cambridge.
- 201. Winston, M.L (1993).** La biologie de l'abeille .Traduit de l'anglais par G. Lambermont .Ed . Frison Roche .Paris.pp.276.

Les sites web

<https://la&ere.francetvinfo.fr/polynesie/tahiti/le-plan-de-lutte-contre-la-loque-americaine-sur-l-ile-de-tubuai-debute-199312.html> consulter le 29-07-2023.

ANNEXE

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique
Université AKLI M'HAND OU EL-HADJ

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
PROTECTION DES VEGETAUX

Dans le cadre de notre travail de mémoire pour l'obtention du diplôme master 2 en science agronomique, spécialité protection des végétaux, intitulé **sur l'évaluation de l'effet combiné de l'insecticide (Aceplan 20sp) et l'agent pathogène *Nosema sp.* chez l'abeille, *Apis mellifera* dans la région de Bouira.** Nous vous serions très reconnaissante de votre collaboration à répondre à notre questionnaire d'une manière claire et précise.

Questionnaire

Nom :

Prénom :

Adresse :

Age :

Sexe :

01-Es ce que vous avez suivi une formation ou stage en apiculture ?

-Oui

-Non

02-Depuis quand vous exercez la fonction d'apiculteur ?

03-Quelle mode d'apiculture préfère ou utilise ?

-apiculture traditionnelle (A.T)

-apiculture moderne (A.M)

04-Quelle est la meilleure zone de production peut être mise en évidence ?

-zone de la paline(pl)

-zone de montagne (mo)

-les hauts plateaux (hp).

-les maquis et forets (m,f)

05-Dans quelle zone vous déposé vos rucher ?

-zone côtière.

-zone de montagne

-les hauts plateaux.

-les maquis et forets

06-Quelle race d'abeilles vous utilisez ?

- Abeille telliennes(A.t)
- Abeilles sahariennes (A.s)

07-Es ce que vous choisissez l'endroit ou vous déposez les ruches ?

-Oui

-Non

08-Quelle est la distance parcourue par une abeille ?

09-Quelles est le nombre des abeilles dans une ruche ?

10-Quelle quantité de miel trouve t'on dans une ruche ?

11-Vous faites la transhumance des abeilles ?

-Oui

-Non

12-Quel est le taux de mortalité dans la ruche ?

13-Quelle est la dure de vie d'une abeille ?

14-Quelles sont les agents biologiques qui touchent vos abeilles ?

-La varoase(va) - La nosérose (no)

- La loque européenne (L.E) -La loque américaine (L.A)

- les virus(Vi)

15-Quel danger menaçant des abeilles ?

- Les produits chimiques(P.Ch)
- Les changements climatiques(Ch.C)
- Les pratiques apicoles(P.Ap)
- Les pratiques agricoles (P.Ag)
- Les agents biologiques(A.Bio)

Questionnaire pour les vendeurs

Série N° :

Nom et Prénom :

Date :

Niveau vendeur :

Expérience sur le terrain :

1/ Avez-vous reçu une formation en phytosanitaire ?

-Oui -Non

- Si la réponse est oui, quelle est la nature de la formation ?

2/ est ce que vous aidé l'agriculture dans le diagnostic de la maladie ?

- Références
- Distributeur d'origine
- Site web électronique (internet)

3/ Quelle sont les critères de choix des matériaux lors de l'achat ?

- Efficacité (Effic)
- Sélectivité(Sélec)
- Facilité d'emplois(Fac.empl)
- Toxicité

4/Quels sont les critères de sélection des matériaux lors de l'achat pour le client ?

- L'efficacité
- Sélectivité
- facilité d'utilisation
- Toxicité
- D'autres ?

5/ Quels sont les matériaux dans votre magasin ?

- Insecticide(In) -Herbicide (He) - fongicide(Fo)
- Acaricides (Ac)
- d'autres ?.....

6/ Quels sont les articles les plus vendus ?

- Herbicides -Fongicides -Insecticides -Acaricides

7/Est-ce que vous conseillez l'agriculteur pour l'achat des produits appropriés ?

-Oui

- Non

8/ Lors de la vente conseillez-vous vos clients à respecter la période de traitement ?

-Oui

-Non

- Pourquoi ?.....

9/ Les conseillez-vous sur la protection des pollinisateurs (abeilles) ?

-Oui

-Non

- Pourquoi ?.....

10/ Quelles sont les cultures les plus utilisées par les agriculteurs ?

- Les agrumes
- Les cultures maraichères
- Les arboricultures
- Les céréales
- La vigne

11/ ou stockez vous vos produits ?

- Dans un endroit désigné
- Dans un placard
- Dans un lieu technique
- Autre chose

12/ Ou sont les endroits ou les produits sont stockés ?

- Loin des habitats et des ressources d'eau
- Réserve à cet usage
- Construit avec sol cimenté et excavé

13/ Connaissez vous le danger et l'impact de la production de ces matériaux et emballage vide sur l'environnement et l'agriculture ?

-Oui

-Non

14/ La méthode utilisation de stockage et de vente de ces matériaux change-t-elle après cette enquête ?

-Oui

-Non

Questionnaires pour les agriculteurs

1. Lieu de l'enquête :
2. Nom de l'agriculteur :
3. Formation sur l'application des produits phytosanitaires :
 - Oui
 - Non
4. Type de culture :
 - Culture maraichère (C.ma)
 - Arboriculture (Ar)
 - Agrume(Ag)
 - Vigne (vi)
 - Céréales (Cé)
5. Période de traitement :
 - Nouaison
 - Grossissement du fruit
 - Plantation
 - Maturité
 - Floraison
 - Croissance
6. La superficie réelle traitée :
7. Les produits phytosanitaires utilisés :
 - Herbicides (He)
 - Fongicides (Fo)
 - Insecticides (In)
 - Acaricides (Ac)
8. les noms des produits utilisés :
9. Critères de choix :
 - Efficacité(Effi)
 - Sélectivité(Séle)
 - Facilité d'emploi (Fac.emlp)
 - Toxicité
 - Risques environnemental

10. Dosage du produit :
-Respecter - Non respecter
11. Type de pulvérisateur utilisé :
-traditionnelle (P.tr) - Moderne(P.mo) - Autres
12. Vos cultures sont-elles polonisées :
-Oui -Non
13. Quels sont les insectes pollinisateurs :
-Abeilles domestiques
- Abeilles sauvages
-Papillons
- autres :
14. Y a-t-il des ruches aux alentours de vos vergers ?
-Oui - non
15. y a-t-il une convention avec les apiculteurs :
-Oui -non
16. Etes-vous conscients de l'impact des pesticides sur les abeilles ?
-Oui -non
17. Quelles sont les solutions que vous proposez ?.....

Résumé

Une étude a été mise en place afin de mettre en évidence l'évaluation de l'effet combiné de l'insecticide Aceplan20sp et l'agent pathogène *Nosema sp* chez l'abeille, *Apis mellifera* dans la région de Bouira. Dans ce sens une enquête a été établie auprès des apiculteurs, les distributeurs des produits phytosanitaires et les agriculteurs de la région. Le recueil des données chez les points de vente et les agriculteurs a montré que les insecticides sont les produits les plus vendus et utilisés.

Dans la présente étude, nous avons déterminé l'effet toxique de l'aceplan associé à la nosérose sur les échantillons d'abeilles du rucher RA, nous avons constaté que le produit en question est très toxique pour les abeilles à partir 24h de la consommation de sirop contaminé par les doses D1=300mg/l, D2=150mg/l, D3=75mg/l et D=37.5mg/l. Les échantillons de rucher RA2 contaminé par le pesticide seul ont réagi plus rapidement par rapport aux résultats obtenus dans les échantillons du rucher RA1, cela est probablement dû à l'interaction avec d'autres facteurs qui ont interféré dans nos essais.

A travers l'exploit des résultats de la prévalence de la nosérose chez les abeilles du rucher RA1 avant et après traitement, nous avons enregistré un nombre de spores de *Nosema sp* qui dépasse les 100 millions par abeilles dans les fortes doses (300mg/l, 150mg/l, 75mg/l), cette forte infestation est due à la combinaison de l'insecticide et l'agent pathogène *Nosema sp*. En outre, les résultats des échantillons après traitement montrent que les spores sont presque inexistantes. Par contre les échantillons prélevés de rucher RA2, aucune présence de spores n'a été détectée.

Mots clés : *Apis mellifera*, Aceplan20sp, *Nosema sp*, interaction, la prévalence, spores, infestation.

Abstract

A study was set up to highlight the evaluation of the combined effect of the insecticide Aceplan 20sp and the pathogenic agent *Nosema sp* in the bee, *Apis mellifera* in the Bouira region. To this end, a survey was carried out among beekeepers, distributors of phytosanitary products and farms in the region. The collection of data from point of sale and farmers showed that insecticides are the most sold and used products.

In our work, we determined the toxic effect of aceplan associated with nosemosis on samples of bees from the RA apiary, we found that the product in question is very toxic for bees from 24 hours of consumption of syrup contaminated by doses D1=300mg/l, D2=150mg/l, D3=75mg/l and D=37.5mg/l. The samples from the RA2 apiary contaminated with the pesticide alone reacted more quickly compared to the results obtained in the samples from the RA1 apiary, this is probably due to the interaction with other factors which interfered in our tests. In the results of the prevalence of nosemosis in bees from the RA1 apiary before and after treatment, we recorded a number of *Nosema sp* spores which exceeded 100 million per bee in high doses (300mg/l, 150mg/l, 75mg/l), this heavy infestation is due to the combination of the insecticide and the pathogen *Nosema sp*. In addition, the results of the samples after treatment show that spores are almost non-existent. On the other hand, the samples taken from the RA2 apiary, no presence of spores was detected.

Key words: *Apis mellifera*, Aceplan 20sp, *Nosema sp*, interaction, prevalence, spores, infestation.

ملخص

تم إجراء دراسة لتسليط الضوء على تقييم التأثير المشترك للمبيد الحشري Aceplan20sp والعامل الممرض *Nosema sp* في النحل *Apis mellifera* بمنطقة البويرة. و تحقيقاً لهذه الغاية تم إجراء مسح بين النحالين و موزعي منتجات الصحة النباتية و المزارعين في المنطقة. أظهر جمع البيانات من نقاط البيع و المزارعين ان المبيدات الحشرية هي الأكثر مبيعا و استخداما.

في الدراسة الحالية، قمنا بتحديد التأثير السام للمبيد الحشري المرتبط بالنوزيما على عينات النحل من المنحل RA1، ووجدنا ان المنتج المعني شديد السمية للنحل من 24 ساعة من استهلاك الشراب الملوث بالجرعات التالية (300مغ/ل، 150مغ/ل، 75مغ/ل و 37.5مغ/ل)، بالنسبة لعينات المنحل RA2 الملوث بالمبيد وحده، كان رد فعله اسرع مقارنة بالنتائج التي تم الحصول عليها في العينات المأخوذة من المنحل الأول، و ربما يرجع ذلك الى التفاعل مع العوامل الأخرى التي تدخلت في ختبارتنا.

و من خلال استغلال النتائج انتشار داء النوزيما في المنحل الأول قبل و بعد العلاج، تم تسجيل عدد من جراثيم نوزيما *sp* تتجاوز 100 مليون لكل نحلة في الجرعات العالية (300مغ/ل، 150مغ/ل و 75مغ/ل) هذه الإصابة الشديدة ناتجة عن مزيج المبيد الحشري و العامل الممرض. كما أظهرت نتائج الينات بعد المعالجة ان الابواغ شبه معدودة، و من ناحية أخرى فان العينات المأخوذة من منحل RA2 لم يتم الكشف عن وجود ابواغ فيها.

الكلمات المفتاحية: *Apis mellifera*, Aceplan 20 sp, *Nosema sp*، التفاعل، الانتشار، الجراثيم، الإصابة.