



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/20

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Biologique

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Présenté par :

BELAID Tinhinane & BENSALÉM Sabrina

Thème

Les facteurs entraînant le déclin d'*Apis mellifera* : effets des pesticides sur l'altération des fonctions vitales de l'abeille

Soutenu le : 30 / 09 / 2020

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mr RAI Abdelwahab</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Mme MOUHOUB SAYAH Chafika</i>	<i>Pr</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mr ABERKANE Boubekour</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciement

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos vifs remerciements :

Avant tout, à Dieu pour nous avoir donné la force et la patience pour mener à terme ce travail.

■ *A notre promotrice Mme Mouhoub Sayah Chafika de nous avoir guidée, soutenue et encouragée, pour ces précieux conseils tout au long de notre travail.*

■ *Nous tenons à exprimer notre reconnaissance envers le président monsieur Rai Abdelwahabet l'examineur Aberkane Boubekourqui ont accepté de juger et d'évaluer*

■ *Nous tenons aussi à remercier pour leurs aides les institutions suivantes :*

■ *DSA (Direction des services agricoles) de Bouira*

■ *La chambre agriculture*

■ *Nous adressons nos plus sincères remerciements à Monsieur Rachid, Sara ainsi tous nos proches, qui nous ont toujours soutenus et encouragé au cours de notre parcours pédagogique et toutes personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce projet ainsi qu'à la réussite de cette année universitaire. Merci à tous et à toutes.*



Dédicace

Je dédie ce modeste travail avec grand amour, sincérité et fierté :

A mes trésors

De vie Mes très chers parents je vous dois tant. Vous m'avez offert la vie et vu grandir de jour en jour. Vous m'avez protégé, gâté, vous étiez toujours présents dans les pires moments de ma vie avec vos conseils, vos soutiens.

Vous avez toujours montré l'esprit de soutien. C'est grâce à vous que ma vie est heureuse et que je suis plus forte, vous êtes un modèle de vie pour moi toujours le symbole de douceur, de tendresse, de promesse, de la chaleur d'un amour indéfectible et éternel

Mes chers parents que j'aime plus que tout au monde. Je veux que vous soyez si fiers de moi.

A mes chères sœurs Manal et Yousra

A mon seul cher frères Farouk et sa femme Ghania

Aux petits anges de notre famille Nazim, Ranim, Djawad

A ma grand -mère, ainsi que toutes mes tantes et mes oncles

A mes chère copine Sara, Samou , je tiens a vous remercie pour vous soutiens et vous présences vous accompagnements dans chaque étape de mon travail.

A ma copine avec qui j'ai passé de bons moments avec elle mon binôme Tinhinane

A mes âmes sœurs Kami , Imen , Amel , Souad , Faiza , Bouchra , Sara, Hayat , Sabrina , Souhila , Nadjat . Loubna , Khaoula A tous qui sont tombés par inadvertance de ma plume.

Sabrina

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail

*A la mémoire de ma mère disparu trop tôt. Que Dieu ait ton âme dans sa
miséricorde.*

*A mon très cher père qui as été toujours à mes côtés pour me soutenir et
M'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

A mes très chers frères, à ma belle-mère et mes amis de toujours.

*Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur, courage et surtout
réussite.*

Je remercie mon binôme, Sabrina et mes enseignants.

A toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce travail.

Tinhinane

Sommaire

Remerciement

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste d'abréviation

Introduction 1

Chapitre I: Généralité sur l'abeille

I.1. La présentation de l'abeille	5
1.1. Position systématique de l'abeille	5
1.2. La répartition géographique de l'abeille.....	5
1.3. Morphologie d'abeille	6
1.4. Les castes de la ruche	7
1.4.1.La reine	8
1.4.2.Le faux bourdon (mâle)	8
1.4.3.Les ouvrières.....	8
1.5. Cycle de développement d'abeille.....	9
1.6. Reproduction chez les abeilles	10
1.6.1. Reproduction sexuée.....	10
1.6.2. Reproduction par parthénogénèse	11
1.7. Le nourrissage des abeilles.....	11
1.7.1. Le pollen	11
1.7.2. Le nectar	12
1.8. Système de communication des abeilles	13
1.8.1. La communication chimique	13
1.8.2. Les danses des abeilles	13
I.2. Le rôle des abeilles	14

2.1. Rôle pollinisateur.....	14
2.2. Rôle de bio-indicateur	14
2.3. Rôle dans la lutte contre le réchauffement climatique	15
I.3. Les ennemis des abeilles	15
3.1. Les oiseaux	15
3.2. Les souris.....	15
3.3. Les fourmis	15
3.4. Les guêpes	15

Chapitre II: Aperçu sur l'apiculture

II.1. Historique sur l'apiculture.....	18
II.2. Aspect économique des principaux produits de l'apiculture.....	18
2.1. Le miel.....	18
2.2. La gelée royale.....	19
2.3. Le pollen	19
2.4. La cire	19
2.5. Propolis.....	19
2.6. Le venin	19
II.3. Les différentes pratiques apicoles	20
3.2 Apiculture modernisée.....	20
3.3. Apiculture moderne	20
II.4. Situation d'apiculture dans le monde	21
II.5. L'apiculture en Algérie.....	22
5.1. Les races constituant le cheptel apicole.....	22
5.1.2. L'Abeille saharienne.....	22
5.2. Les principales ressources et plantes mellifères en Algérie	22
5.3. La situation de l'apiculture en Algérie	23
5.3.1. Situation de l'apiculture avant l'indépendance	23

5.3.3.1. Nombre de ruche en Algérie.....	24
5.3.3.2. La production de miel en Algérie	25
5.3.3.3. L'importation de miel en Algérie	26
5.3.3.4. Exportation de miel en Algérie.....	27
5.3.4. Situation de l'apiculture à Bouira.....	28
5.3.4.1. Nombre de ruches.....	28
5.3.4.2. La production du miel.....	29
5.3.4.3. Le rendement	29

Chapitre III: Le déclin des populations d'abeilles

III.1. Le déclin d'abeille	32
III .2. Causes du déclin de la population des abeilles	32
2.1. Syndrome d'effondrement des colonies d'abeille (CCD)	32
2.3. La pratique apicole	33
2.4. Les agents biologiques.....	34
2.4.1. Loque américaine	34
2.4.2. Loque Européenne.....	35
2.4.3. Varroase.....	36
2.4.4. La nosérose	37
2.4.5. Virus	37
2.5. Les pratiques agricoles	38
2.6. La synergie de plusieurs facteurs.....	38
III .3. Les pertes induites par les causes du déclin	39

Chapitre IV: Impacts des pesticides sur l'abeille

IV.1. Généralités sur les pesticides	42
1.1. Définition.....	42
1.3. Classification	43
1.3.1. Classification selon la nature de la cible visée	43

1.3.2. Classification selon la nature chimique	44
1.3.2.1. Les biopesticides.....	44
1.3.2.2. Les produits chimiques.....	44
1.4. Effet des pesticides sur l'environnement.....	46
IV.1.4.1. Effet des pesticides sur la santé humaine	46
1.4.2. Effet des pesticides sur la flore.....	47
1.5. Situation d'utilisation des pesticides en Algérie.....	47
IV.2. Effets des pesticides sur les abeilles.....	48
2.1. Voies d'intoxication des abeilles	48
2.2. Méthodes d'évaluation de la toxicité des pesticides chez les abeilles.....	49
2.2. 1.Toxicité aigue	50
2.2.2.1. Essais menés au laboratoire.....	51
2.2.2.2. Essais menés en semi champ et en plein champ.....	53
2.2.2.2.1. Exemple d'étude en pleins champs	54
2.3. Action des pesticides sur l'altération des fonctions vitales chez l'abeille.....	55
Conclusion	59

Références bibliographiques

Résumé

Liste des figures

Figure 1:Aire de répartition des espèces d'abeilles du genre Apis.	6
Figure 2: La morphologie des abeilles.	7
Figure 3: Les trois castes des abeilles.	8
Figure 4:Cycle de développement d'abeille.	9
Figure 5: Les cycles de développement des différentes castes	10
Figure 6:Schéma d'un accouplement entre la reine et un faux-bourdon.....	11
Figure 7: La production du miel dans le monde.....	21
Figure 8: Evolution de nombre de ruches en Algérie de 1961 à 2017.	25
Figure 9: Evolution de la production du miel en Algérie de 1961 à 2017.	26
Figure 10: Importation du miel en Algérie de 1961 à 2015	27
Figure 11: Exportation du miel en Algérie de 1961 à 2016.	27
Figure 12: Variation de nombre des ruches par commune et par année.	28
Figure 13: Variation de la production de miel par commune et par année.	29
Figure 14 : La loque Américain sur un cadre du couvain.	35
Figure 15:La loque européenne sur un cadre du couvain.....	36
Figure 16: Acarien parasite Varroa destructor de l'abeille mellifere.	37
Figure 17: Les différents facteurs de stress affectant les abeilles.	39
Figure 18: • Evolution des quantités de pesticides utilisées en Algérie par catégorie entre 1990 et 2013 (Etablie à partir des données de la FAOSTAT) (Bettiche, 2016).....	48
Figure 19: Les voies d'exposition des pollinisateurs aux pesticides.....	49
Figure 20: Déroulement de test de retour des butineuses à la ruche.	55

Liste des tableaux

Tableau 1: Rôles des ouvrières selon leur période de vie.	9
Tableau 2: Taux de mortalité global des colonies d'abeilles sur la période 2013-2014	40

Liste d'abréviations

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

PPDRI : Projets de proximité du développement rural intégré.

MADRP : Ministère de l'Agriculture et de Développement Rurale .

PNDA : Plan National de Développement Agricole.

FNRDA : Fonds National de Régulation et de Développement Agricole.

CCD : Colony Collapse Disorder .

CBPV :paralyse chronique des abeilles (Chronic bee Paralysis Virus).

DWV :Virus des ailes déformées (Deformed Wing Virus).

SBV :Le virus de la couvée (Sacbrood Bee Virus) .

ABPV : le virus de la paralysie de l'abeille (Acute Bee Paralysis Virus).

DDT : Dichloro diphényl trichloroéthane.

DL50 : Dose létale 50.

EFSA : Autorité européenne de sécurité des aliments (European Food and Safety Authority).

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques .

CE50 : la concentration efficace médiane.

LOEC :Dose minimale entraînant un effet (Lowest Observed Effect Concentration).

NOEC :Dose maximale sans effet (No Observed Effect Concentration).

RFID : Radio Frequency Identification.

EPILOBEE : un programme de surveillance active de la mortalité des colonies d'abeilles.

ANSEJ :*Agence nationale de soutien à l'emploi des jeunes* .

CNAC : Caisse nationale d'assurance-chômage.

ANGEM : Agence Nationale de Gestion du Micro Crédit.

Introduction

Introduction

L'abeille est apparue il y a 45 millions d'années bien avant l'homme. Certains paléontologues ont découvert ses fossiles dans les ambres de la Baltique (Boucif, 2017).

C'est un acteur clé pour la préservation de la biodiversité. Par son activité quotidienne à la recherche de la nourriture elle permet la pollinisation de la majorité des plantes. La diminution des populations se traduit, non seulement par une dégradation des écosystèmes, voire même de la biodiversité mais aussi par d'importantes pertes de la production de miel.

Aujourd'hui, en apiculture moderne, l'apiculteur s'efforce d'obtenir de ses abeilles un rendement conséquent et un produit de qualité pour répondre à la demande des consommateurs de plus en plus exigeants (miel, gelée, propolis). Le miel est perçu par le grand public comme un aliment naturel, non pollué et bénéfique pour la santé (Lequet, 2010).

Depuis une vingtaine d'années, les scientifiques et les éleveurs n'ont cessé de signaler une diminution significative à l'échelle mondiale des populations de ces précieux insectes (Ivert, 2016).

Le rôle prépondérant de l'abeille dans l'équilibre des écosystèmes et le déclin de son espèce sont autant de questions de plus en plus présentes dans les consciences collectives. Dans ce sens de nombreux travaux se sont intéressés aux causes responsables de l'effondrement des colonies d'abeilles. Plusieurs facteurs de stress sont incriminés dans le déclin des populations de cet insecte. Les changements climatiques peuvent influencer d'une part la phénologie des plantes mellifères qui sont la source de nourriture pour l'abeille et d'autre part la biologie de l'espèce elle-même. Les mauvaises pratiques apicoles peuvent aussi avoir des effets néfastes sur les colonies d'abeilles, telles que la transhumance et le mauvais nourrissage. Les agents biologiques ont une part importante dans la diminution des effectifs des colonies causée essentiellement par des bactéries (*Paenibacillus larvae*, *Melissococcus pluton*) les acariens (*Varroa destructor*), protozoaire (*Nosema apis*) et les virus. En plus des facteurs susmentionnés causant l'effondrement des populations d'abeilles, nous citons le «syndrome de disparition des abeilles» ou CCD «Colony Collapse Disorder», ce phénomène dont l'ampleur est devenue épidémique demeure inexplicé. Les études en cours n'autorisent à ce jour que de supposer une synergie entre plusieurs causes.

Les pratiques agricoles ont également contribué fortement au déclin des abeilles par le changement de la stratégie culturale qui s'est orientée vers la monoculture qui a réduit la diversité des plantes pollinifères et mellifères. En agriculture les professionnels de la filière apicole signalent que l'utilisation des pesticides est parmi les facteurs les plus importants qui ont un impact négatif sur les abeilles.

Les effets des pesticides sur divers organismes vivants sont au cœur des débats de la communauté scientifique qui œuvre par des travaux de recherche à la détermination de leur toxicité ainsi que leurs conséquences sur l'environnement. Cette problématique nous interpelle et éveille notre curiosité scientifique pour contribuer à l'étude de l'effet de ces derniers sur les colonies d'abeilles.

Pour ce faire, nous avons choisi la région de Bouira comme station d'étude. Ce choix est justifié par la diversité floristique en plantes mellifères et la variabilité typologique des milieux qui font que cette région présente un potentiel apicole qui mérite d'être pris en charge. En outre, la région est connue par son activité agricole intense dominée par les céréales, les cultures maraichères, l'arboriculture, olivier, agrumes et autres espèces à pépins et rustiques. Pour garantir de meilleurs rendements, les agriculteurs font usage de divers produits phytosanitaires, dont pas moins de 7 insecticides, 6 fongicide, 11 herbicides et 2 acaricides (Nebig Mena et Hamadache, 2019).

Afin d'aborder cette thématique, qui s'inscrit dans le domaine de l'écotoxicologie, nous avons voulu connaître préalablement la situation de l'apiculture dans la wilaya de Bouira. Pour ce faire, nous nous sommes rapprochés de la direction des services agricoles (DSA de Bouira) qui nous a renseigné sur la situation de la filière apicole dans la région. Pour l'enchaînement de ce travail, nous avons prévu de réaliser une enquête sur l'utilisation des pesticides notamment aux alentours des zones d'entreposage des ruchers. Ensuite, nous avons envisagé d'enquêter sur les effets des pesticides les plus fréquemment utilisés, sur la biologie de l'abeille, en procédant à des essais expérimentaux au laboratoire et aussi au sein de la coopérative apicole d'Ain Laloui

Malheureusement, suite à la pandémie causée par le COVID 19, nous n'avons pu effectuer la démarche requise pour atteindre l'objectif initialement tracé. Face à cette crise sanitaire qui a interrompu nos investigations sur le terrain, notre démarche globale s'est orientée vers une synthèse bibliographique en relation avec la thématique proposée initialement. Pour cela, nous nous sommes intéressés principalement aux effets des pesticides

Introduction

sur les fonctions vitales des abeilles et aux méthodes employées pour l'étude de la toxicité. Cet investissement de recherche dans la consultation de la littérature pourrait constituer une base de données pour les futurs travaux et finaliser les objectifs que nous avons voulu atteindre.

Néanmoins, à partir des données recueillies auprès des services agricoles, nous avons dressé un aperçu préliminaire de la situation de l'apiculture dans la région de Bouira en déterminant le nombre de ruches et la production de miel dans différentes communes.

Le premier chapitre de ce mémoire traite des données bioécologiques de l'abeille, dans lequel nous avons évoqué sa morphologie, l'organisation de la ruche et son intérêt environnemental. Dans le deuxième chapitre, nous avons abordé un aperçu global de l'apiculture dans la wilaya de Bouira, en Algérie en général mais aussi dans le monde.

Le troisième chapitre développe les risques et les causes les plus importantes impliquées dans le déclin des abeilles. Au final, le dernier chapitre se compose de deux parties distinctes : la première met un éclairage sur les différents tests de toxicité des polluants et la deuxième partie s'intéresse aux effets des pesticides sur l'altération des fonctions physiologiques de l'abeille.

Chapitre I :

Généralité sur l'abeille

I.1. La présentation de l'abeille

1.1. Position systématique de l'abeille

D'après Prost et Le Conte (2005), *Apis* est un genre qui regroupe neuf espèces d'insectes sociaux de la famille des *Apidae*. C'est le seul genre de la tribu des *Apini*.

Les quatre grandes espèces les plus connues selon Kairo (2016), est comme suit : *Apis florea*, *Apis dorsata*, *Apis cerana*, *Apis mellifera*. D'autres espèces citées par Ayme (2014), sont : *Apis andreniformis*, *Apis laboriosa*, *Apis koschevnikovi*, *Apis nuluensis* et *Apis nigrocincta*.

La classification de l'abeille *Apis mellifera* (Buttel-Reepen, 1906) est comme suit:

Embranchement : Arthropodes

Sous embranchement : Mandibulates

Classe : Insectes

Sous classe : Ptérygotes

Ordre : Hyménoptères

Sous ordre : Apocrites

Section : Aculéates (Néoptères)

Famille : Apidés

Genre : *Apis*

Espèce : *Apis mellifera*

1.2. La répartition géographique de l'abeille

L'espèce d'abeille la plus répandue dans le monde est *Apis mellifera*, qui s'étend depuis le point sud des savanes africaines, passant par la méditerranée jusqu'à atteindre la limite de son expansion en Europe du nord et en Scandinavie du sud. Une telle variété d'habitat, de conditions climatiques et de flore, a permis l'apparition de nombreuses sous espèces ou races géographiques qui sont interfécondes, chacune avec ses caractéristiques morphologiques et physiologiques adaptées à chaque région (Kidoud, 2017).

Selon Benahcene(2016),*Apis mellifera* peuple actuellement l'Europe, l'Afrique, l'Asie occidentale, l'Amérique du nord, l'Amérique sud, l'Australie et la nouvelle Zélande.



Figure 1: Aire de répartition des espèces d'abeilles du genre Apis (Charpentier, 2013).

1.3. Morphologie d'abeille

L'abeille, comme tous les insectes, possède un corps recouvert d'un squelette externe chitineux divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (Bourg, 2006).

La tête : porte une forme ovoïde, est essentiellement composée des organes sensitifs (les yeux, ocelles, antennes), des pièces buccales (Catayas, 2016).

Selon Pelletier (2010), la tête comprend aussi des cellules nerveuses réparties dans plusieurs régions liées aux sens, à la navigation, au contrôle moteur et à la mémoire. Ayme (2014), indique que la majorité de leurs sens (Toucher, odorat) sont assurés grâce à leurs deux antennes. Ces dernières informent l'abeille sur l'humidité, la température et la teneur de l'air en CO₂ (Pelletier, 2010).

Le thorax : est composé de trois segments appelés : prothorax, mésothorax et métathorax (Bakiri, 2018).

Le thorax porte deux paires d'ailes et les trois paires de pattes, il est relié à l'abdomen par un segment étroit nommé le «pétiole ». Le rôle principal du thorax est la locomotion, car c'est à cet endroit que se trouvent les principaux appendices locomoteurs (pattes locomotrices et ailes) (Boucif, 2017).

L'abdomen : c'est la partie la plus postérieure et la plus grande du corps, composée de sept segments visibles et abritant la majorité des organes internes (Bourg, 2006).

D'après Ivert (2016), l'abdomen contient, une série de systèmes complexes qui comprend, entre autres, le système respiratoire, le système reproducteur, le système digestif et l'organe de venin pour les reines et les ouvrières (Fig .2).

Pelletier (2010), mentionne quelques autres caractéristiques morphologiques d'*Apis mellifera*, soient un système circulatoire composé d'un « cœur » qui est en fait un simple tube contractile et servant à faire circuler l'hémolymphe (le sang) de l'abeille, un système respiratoire composé de dix paires de stigmates situés au niveau du thorax et de l'abdomen. Le système glandulaire est complexe, lié en grande partie à la sécrétion de phéromones intervenant dans la vie sociale très élaborée d'*Apis mellifera*.

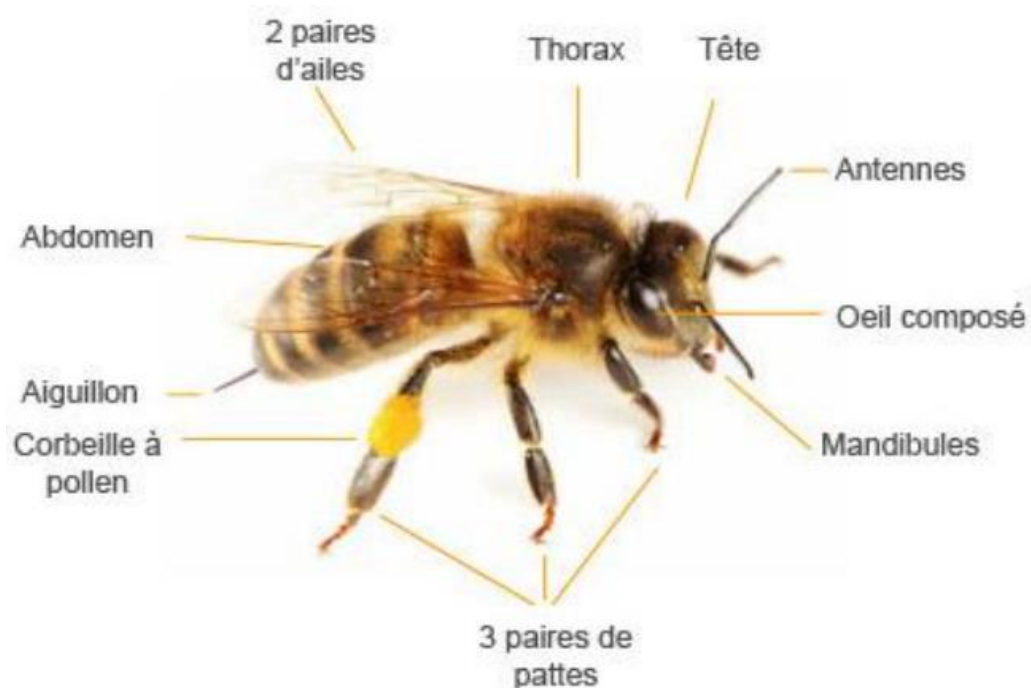


Figure 2: La morphologie des abeilles (<http://www.one-bee.fr>).

1.4. Les castes de la ruche

La colonie d'abeilles est composée d'une reine, de mâles et d'ouvrières qui ont chacune des fonctions propres au sein de la société d'abeilles (Fig.3). Une colonie d'abeilles compte environ 40.000 à 60.000 individus durant la belle saison pour chuter en hiver à 15 000 ou 5 000 ouvrières sans mâles (Maréchal, 2014).



Figure 3: Les trois castes des abeilles (Rasolofoarivao, 2014).

1.4.1. La reine

La reine est l'individu le plus important de la colonie, elle est représentée par des pattes plus longues, ainsi que par un thorax plus développé que ceux des ouvrières et un abdomen plus allongé (Waring et Waring, 2012).

Ayme (2014), note que la reine est la seule à pondre des œufs : entre 1000 et 4000 par jours. Selon Debysscher (2018), elle intervient également à la production de phéromones pour le maintien et le contrôle de la colonie. Sa durée de vie est de 1 à 5 ans.

1.4.2. Le faux bourdon (mâle)

Le faux bourdon est un insecte discret, il est représenté par un corps trapu, poilu, de couleur sombre, un abdomen arrondi et ne possède pas de dard. Il est produit à partir d'œuf non fécondé, leur seul rôle connu est la fécondation de la reine (Ksouri, 2019).

Leur durée de vie est courte, il meurt juste après l'accouplement de la reine (Debysscher, 2018).

1.4.3. Les ouvrières

Les ouvrières sont les plus représentées dans la colonie, très agressive de couleur jaunâtre (Maacha, 2015). Elles assurent toutes les tâches essentielles à la survie de la colonie.

D'après Louri et Bouchetta (2017), les ouvrières changent de travail au fur et à mesure qu'elles avancent en âge et elles le font sans apprentissage, passant d'une activité à l'autre et disposant, au moment voulu. Ainsi, au cours de sa vie, chaque abeille aura participé à tous les travaux de la ruche (Tableau 1). Et même, dans cet ordre parfait, des fluctuations peuvent se produire si le besoin s'en fait sentir, des ouvrières sont capables de changer de fonction et de s'adapter avec exigences du moment. Relevons que toute la vie des abeilles est déterminée par les glandes. Suivant le développement des différents types de glandes, l'abeille entreprend une fonction différente.

Tableau 1: Rôles des ouvrières selon leur période de vie (Louri et Bouchetta, 2017).

Période de vie	Rôles des ouvrières
3 jours.	Jouent le rôle de nettoyeuse, veille à la propreté des cellules.
De 3 à 11 jours.	Celles de nourricières, elles distribuent la gelée royale à toutes les larves qui donneront naissance aux jeunes abeilles et aux reines.
De 11 à 20 jours.	Les abeilles vaquent aux travaux de nettoyage, débarrassent la ruche des débris, et déchargent le nectar récolté par les butineuses et le distribuent entre elles, le déposent dans les alvéoles (rôle de magasiniers).
De 12 à 17 jours.	Rôle de bâtisseuses de rayons
Du 18 au 21 ^{ème} jour.	Rôle de gardiennes en prenant part à la défense de la ruche.
Du 21 ^{ème} jour jusqu'à la mort.	Jouent le rôle de butineuse, récoltent le pollen et le nectar des fleurs pour la production du miel.

1.5. Cycle de développement d'abeille

Le cycle de vie d'*Apis mellifera* passe par quatre stades quelle que soit sa caste : œuf, larve, nymphe (pupe) et imago (adulte) (Fig.4).



Figure 4: Cycle de développement d'abeille (<https://www.apiculture.net/blog/cycle-vie-abeilles-n38>).

Le temps de développement est différent pour chaque caste d'abeille (Fig.5) et varie en fonction des facteurs génétiques et climatiques (la chaleur et l'humidité) (Mallick, 2013).

Le cycle de développement de la reine est le plus court, avec une durée moyenne de 16 jours, alors que les mâles ont le cycle le plus long, environ 24 jours. Le cycle des ouvrières est intermédiaire, avec une durée d'environ 21 jours (Ayme, 2014).

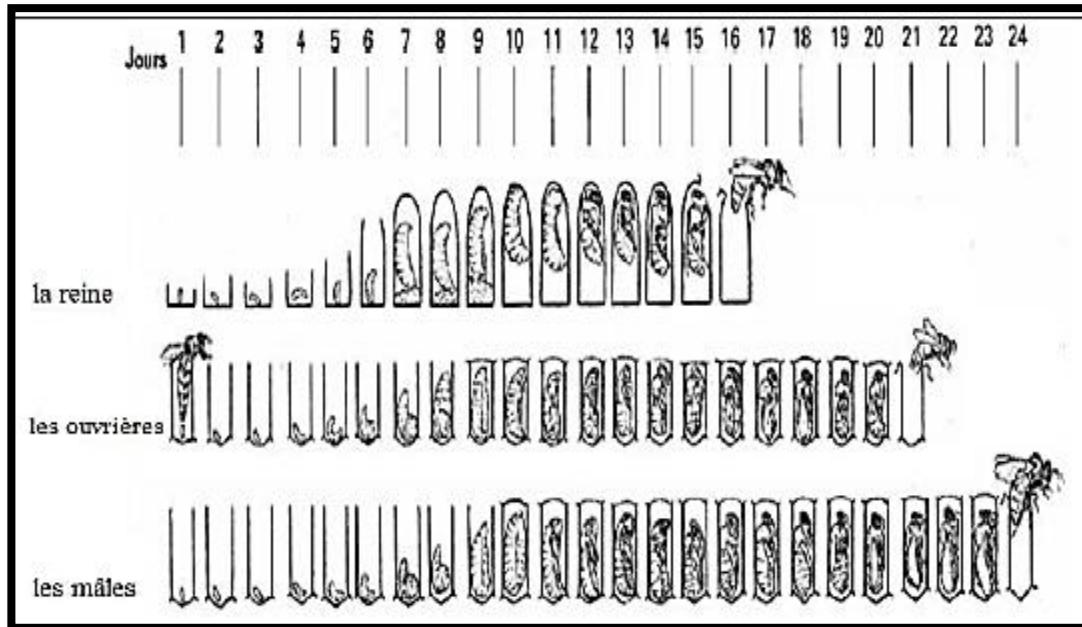


Figure 5: Les cycles de développement des différentes castes (Adjlane, 2012).

1.6. Reproduction chez les abeilles

Une colonie d'abeilles se multiplie selon deux modes : la reproduction sexuée et la parthénogenèse.

1.6.1. Reproduction sexuée

Lorsque la reine atteint sa maturité sexuelle et que les conditions atmosphériques sont favorables (Amari et Tadjouri, 2018), elle s'élance dans son vol nuptial 6 à 10 jours après sa naissance. Elle effectue son accouplement en plein vol avec plusieurs mâles (12 à 15) pour qu'ils attrapent au vol la femelle avec leurs pattes et penchent leur appareil reproducteur à celui de la femelle (Fig.6) (Hafsaoui et Tahraoui, 2019). La reine accumule ainsi du sperme de plusieurs individus différents provenant d'autres colonies (Ivert, 2016), jusqu'à ce que sa spermathèque soit remplie (Amari et Tadjouri, 2018). Ce qui assure un brassage génétique et limite la consanguinité (Ivert, 2016). Cette diversité génétique au sein d'une colonie a pour résultats d'une meilleure adaptabilité aux variations environnementales, une meilleure productivité ainsi qu'une meilleure résilience face aux stress (Kairo, 2016).

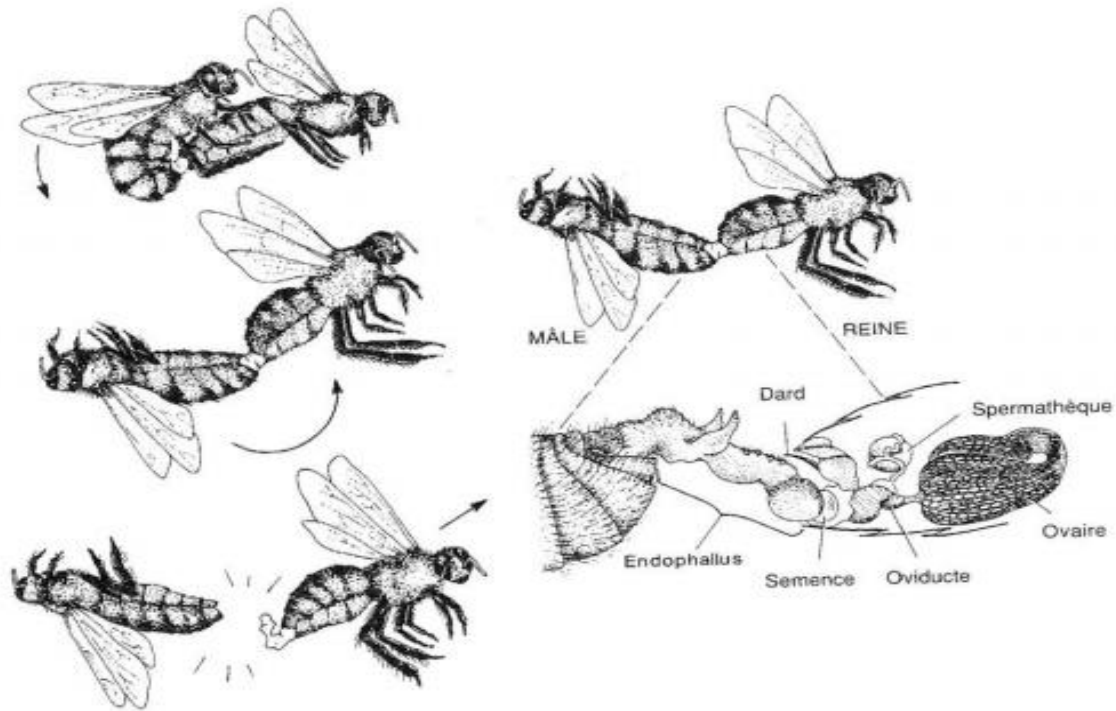


Figure 6:Schéma d'un accouplement entre la reine et un faux-bourdon (Kairo, 2016).

1.6.2. Reproduction par parthénogénèse

Selon Rossant (2011), la parthénogenèse désigne l'apparition de générations sans fécondation. Les abeilles se reproduisent par parthénogenèse arrhénotoque, selon laquelle les œufs non fécondés donnent naissance à des mâles, dits parthénogénétiques. Ceci se produit si une reine vierge n'a pas la possibilité de voler pour s'accoupler ou bien une reine disparaît et qui n'est pas remplacée et aussi dans le cas d'une spermathèque vide d'une reine. Devant cette situation les ovaires de certaines ouvrières deviennent alors fonctionnels car ils ne sont plus inhibés par les phéromones de la reine et les œufs produits, non fécondés et produisent des mâles (Bourke, 1988).

1.7. Le nourrissage des abeilles

La nourriture est considérée comme l'un des besoins les plus importants d'une colonie. Ces besoins varient avec l'âge, le stade de développement ou bien son statut reproductif. Parmi les besoins alimentaires on cite : le pollen, le nectar, le miellat et l'eau.

1.7.1. Le pollen

Le pollen est la graine mâle de fleurs, il est considéré comme un élément indispensable pour la colonie et l'unique source de protéines dans la ruche (Cousin, 2014). C'est une poudre

fine qui se trouve sur les étamines avec des couleurs différentes suivant les plantes butinées (Ksouri, 2019).

Les besoins d'une colonie sont estimés entre 20 et 40 kg de pollen par an, ainsi que la consommation individuelle de pollen par jour est estimée à 3,4 - 4,3 mg. Le pollen se compose de protéines, d'acides aminés, de lipides, de vitamines et de minéraux qui permettent une croissance et le développement des glandes hypopharyngiennes. Il constitue aussi une réserve corporelle, contribue à la sécrétion nourricière (gelée royale) et intervient également dans le renforcement du système immunitaire chez l'abeille (Di Pasquale, 2014).

1.7.2. Le nectar

Selon Biri (1976), le nectar est un liquide plus ou moins doux et parfumé produit par des végétaux supérieurs. C'est une solution aqueuse plus ou moins visqueuse en fonction de sa teneur en eau qui peut être très variable, il se forme à partir de la sève de la plante, mais sa composition diffère de celle de la sève (Abersi et al., 2016).

Clemence (2005), mentionne que le nectar se compose de saccharose, de glucose et de fructose. Outre les sucres, largement majoritaires, on peut trouver des acides organiques, des protéines dont des enzymes et des acides aminés, des substances aromatiques et des composés inorganiques. Tous ces éléments vont donner aux miels leurs couleurs et leurs arômes.

1.7.3. Le miellat

Le miellat est considéré comme une ressource alimentaire importante pour les abeilles, au moment d'absence d'une autre source alimentaire. On distingue deux types de miellats :

-le miellat est une substance liquide excrétée par certains insectes (puceron, cochenilles.. etc) (Mekious, 2006), qui se nourrissent de sève de chêne, d'érable, de tilleul ou encore d'eucalyptus (Dechaume-Moncharmont, 2003) ;

-le miellat végétal qui se produit par exsudation des feuilles à travers les orifices stomatiques (Mekious, 2006).

Le miellat possède donc une composition en sucre très différente de celle des nectars. Il contient un grand nombre d'enzymes et est fortement appauvri en protéines, acides aminés et sels minéraux (Dechaume-Moncharmont, 2003). C'est un sucre nécessaire pour la production de chaleur et d'énergie (Di Pasquale, 2014).

1.7.4. L'eau

Une grande quantité d'eau est collectée quotidiennement au printemps et en été par les butineuses lorsqu'elles retournent à la ruche. L'eau, joue un rôle essentiel dans la thermorégulation (Dechaume-Moncharmont, 2003).

Selon Di Pasquale (2014), l'abeille utilise l'eau pour gérer les textures des miels, de la gelée royale et des aliments qu'elle consomme .

1.8. Système de communication des abeilles

La communication chez les abeilles fait référence aux échanges de signaux entre individus d'une même colonie. Elle se fait essentiellement par deux modes : l'un reposant sur la transmission chimique (les phéromones) et l'autre sur la danse (Dechaume-Moncharmont, 2003).

1.8.1. La communication chimique

Selon Boussoubel (2010), les phéromones ont été définies par Karlson et Lüscher en 1959 comme étant des substances sécrétées par des individus de la même espèce, provoquent une modification biologique ou comportementale. Deux groupes de phéromones ont été cités par Maisonnasse (2010) : les phéromones incitatrices et les phéromones modificatrices.

Que ce soit la reine, les ouvrières et les faux-bourçons, tous sécrètent des phéromones qui sont nécessaires à la transmission d'informations entre congénères. Elles sont connues pour fonctionner dans l'alarme, la défense, l'orientation, la reconnaissance, le marquage des fleurs visitées et bien d'autres sont engendrées au sein de la colonie (Ayme, 2014).

1.8.2. Les danses des abeilles

Les abeilles mellifères utilisent un autre mode de communication pour indiquer l'emplacement de ressources intéressantes (nectar, pollen, eau et propolis) à leurs congénères (Ayme, 2014 ; Catays, 2016 ; Maréchal, 2014). C'est l'autrichien Karl Von Frisch qui a découvert ce langage en 1920.

Selon l'éloignement de la source, différents types de danse sont observés:

- ✓ Des danses en rond sont réalisées pour une source de nourriture située à quelques mètres seulement de la ruche;
- ✓ Des danses en huit qui indiquent une ressource en nourriture située à une grande distance.

D'autres danses de communication sont utilisées à l'intérieur du nid, par exemple la « danse DVAV » (danse vibratoire dorso-ventrale/ Dorso Ventral Abdominal Vibration) qui permet de réguler le butinage et l'essaimage (Mackowiak, 2014).

A partir des recherches menées en Amérique par Maréchal (2014), les abeilles sont plutôt, informées principalement par les odeurs et que la danse aurait pour objet, d'attirer l'attention des ouvrières afin qu'elles aillent butiner et partager cette odeur du nectar avec d'autres ouvrières qui suivront également cette piste.

2. Le rôle des abeilles

Les abeilles sont des acteurs importants de la pollinisation, elles jouent également plusieurs rôles essentiels pour le maintien de l'équilibre environnemental dans le monde, tout enrappelant tous les services qu'elle nous rend, ce qui revient également à faire le point sur ce que nous pourrions perdre.

2.1. Rôle pollinisateur

Les abeilles constituent un élément clef de l'écosystème par son rôle de pollinisateur (Amirat, 2014), qui est lié à leur régime alimentaire exclusivement constitué de ressources tirées des fleurs (Riquier et Le feon, 2017).L'abeille doit parfois visiter plus de mille fleurs, en une heure, une butineuse visite ainsi 600 à 900 fleurs (et parfois bien plus) pour remplir son jabot de 70 mg de nectar, sur les différentes fleurs qu'elle visite, elle transporte des grains de pollen, favorisant l'autopollinisation et allopollinisation (Amirat, 2014).Plus de 20.000 espèces d'abeilles dans le monde contribuent à la pollinisation qui intervient à la survie et à l'évolution de plus de 80% des espèces de plantes à fleurs. Ces relations mutuelles bénéfiques ont conduit à la diversité des cultures que l'on connaît aujourd'hui (les fruitières, les légumières, les oléagineuses) (Benachour, 2008).

2.2. Rôle de bio-indicateur

L'abeille peut également être utilisée comme bio-indicateur de la santé de l'écosystème dans lequel elle évolue, par son mode de vie et son rôle de pollinisateur soumis en premier aux polluants de notre écosystème. En quelque sorte c'est le thermomètre qui nous indique si notre planète se porte bien. Une planète où les abeilles disparaissent n'est probablement pas très accueillante envers un grand nombre d'autres espèces, ceci est valable pour l'homme (Amirat, 2014 ;Catayas, 2016).

2.3. Rôle dans la lutte contre le réchauffement climatique

Si le déclin des pollinisateurs se poursuit, cela pourrait déclencher une cascade accentuant le réchauffement climatique. Par ailleurs, il n'y a pas que les fleurs herbacées qui tirent un profit de la pollinisation, c'est également le cas des espèces ligneuses. Ainsi, la plupart des arbres ont besoin d'être pollinisés pour se reproduire. S'ils venaient à disparaître, la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère pourrait augmenter avec toutes les conséquences qu'on imagine. L'instabilité du sol et le recyclage des nutriments pourraient aussi être impactés (Catays, 2016).

3. Les ennemis des abeilles

Selon Maréchal (2014), les abeilles ont de nombreux ennemis qui peuvent s'attaquer aux abeilles adultes, aux larves, au miel ou même à la cire. Particulièrement lorsqu'elles butinent loin de la ruche, parmi ces ennemis nous pouvons citer :

3.1. Les oiseaux

Les oiseaux se nourrissent d'insectes comme les abeilles. Ils sont en général très nuisibles lorsqu'ils ont installé leur nid à proximité des ruches (Biri, 2011). Ces derniers creusent des cavités dans des caisses, mangent les abeilles et s'attaquent au matériel stocké de la ruche (Waring et Waring, 2012).

3.2. Les souris

Les souris endommagent les ruches et le matériel stocké. Elles parviennent généralement à entrer dans les ruches occupées lorsque les abeilles sont inactives, provoquent des graves dégâts en grignotant du bois et apportent des matériaux pour construire leurs nids (Waring et Waring, 2012).

3.3. Les fourmis

Les fourmis ne sont généralement pas considérées comme une nuisance sérieuse pour les colonies d'abeilles mais l'attitude des fourmis irrite les abeilles par leur déplacement et encombrement les toits et les passages des abeilles dans les ruches (Maréchal, 2014).

3.4. Les guêpes

Les guêpes peuvent être un véritable fléau pour les abeilles lorsqu'elles s'attaquent aux réserves de miel dans les ruches. Mais elles cherchent uniquement à manger (Waring et

Waring, 2012). D'après Maréchal (2014), les adultes des guêpes s'introduisent dans les ruches et se nourrissent de nectar mais ne dédaignent pas les larves du couvain.

Chapitre II :
Aperçu sur l'apiculture

II.1. Historique sur l'apiculture

Selon Boucif (2017), l'apiculture concerne l'élevage de l'abeille domestique (*Apis mellifera*), c'est une activité pratiquée depuis l'Antiquité et toujours très répandue, elle est originaire du Proche-Orient.

Il y a plusieurs millénaires, les premiers éleveurs des abeilles faisaient déjà le commerce du miel et de la cire le long de la côte orientale de l'Afrique est les Egyptiens.

Il y'a 12 000 ans l'homme pratiquait la cueillette du miel comme l'atteste la peinture rupestre trouvée dans grotte de l'Araignée « cueva de la Araña» en Espagne. Il s'agit d'un personnage (Rapsodie)suspendu à des lianes, portant un panier pour recueillir sa récolte, la main plongée dans un tronc d'arbre à la recherche de rayons de miel (Tiana, 2002).

Berkani (2012), a indiqué qu'en Algérie l'apiculture a toujours occupé une place appréciable dans la majorité des populations rurales. C'est sous la domination romaine qu'elle semble avoir pris beaucoup plus d'importance. On trouve dans les ruines romaines à Timgad, près de Batna, une vaste mosaïque dont certaines cases sont plein d'abeilles. Dans celles de Djemila, près de Sétif, certaines pierres tombales représentent des personnages qui certainement étaient des apiculteurs tenant un rayon de miel.

II.2. Aspect économique des principaux produits de l'apiculture

L'apiculture est un art complémentaire pour l'élevage des abeilles dans le but de faire sortir les produits qui donnent une valeur nutritionnelle (Benahcene, 2016).

D'après Paterson et *al* (2006), l'apiculture par l'utilisation et la vente de ses produits, contribue à améliorer les conditions d'existence de celui qui s'y consacre. Elle contribue aussi à l'économie rurale environnante,non seulement par la pollinisation des cultures, mais encore en stimulant les échanges commerciaux et servent aussi a la santé humaine dans différents domaines (pharmaceutique, cosmétique) en exploitant les principaux produits.

2.1. Le miel

Le miel est l'aliment principal pour la production apicole et un médicament efficace avec une grande valeur commerciale (Van 't Leven et *al.*, 2005). Très riche en sucres qui leur permet aux abeilles de couvrir leurs besoins énergétiques, avec une teneur en eau à environ 17% (Ivert, 2016).

2.2.La gelée royale

D'après Hacene (2017), la gelée royale se présente sous la forme d'une matière visqueuse, blanchâtre, à odeur phénolique et acide. Elle se compose de 12% de protides, 12% de glucides, 5% de lipides et 65% d'eau .Elle fournit 140 calories aux 100gr.

Cette substance est produite par les ouvrières pendant leur stade de « nourrices », d'une teinte laiteuse. La gelée royale constitue la nourriture exclusive de toutes les larves jusqu'au troisième jour de leur vie et de la reine pendant toute son existence (Louri et Bouchetta, 2017).Elle est consommée comme complément alimentaire mais est également utilisée en cosmétique et dans l'industrie pharmaceutique (Amigou, 2016).

2.3. Le pollen

Le pollen est un excellent fortifiant naturel qui améliore l'état général. Il est très efficace contre la malnutrition et équilibre la physiologie du système nerveux central de l'homme (Betayene, 2008).

2.4.La cire

La cire est une matière grasse qui se solidifie sous forme de fines lamelles presque transparente et sert de matériaux de construction des cellules ou alvéoles hexagonales dont sont faits les rayons de la ruche. Elle est sécrétée par les glandes cirières des jeunes ouvrières (Nair, 2014).Elle est utilisée dans la fabrication de produits cosmétiques, bougies, médicament (Van 't Leven et *al.*, 2005).

2.5.Propolis

La propolis est une résine végétale visqueuse et collante de couleur marron qui est prélevée par les abeilles sur les bourgeons de nombreux arbres (Catays, 2016).

Elles se servent de la propolis pour rétrécir l'entrée de la ruche et emballer les intrus, permet aussi aux colonies de se préserver de certaines maladies. C'est un antibiotique naturel et multifonctionnel dans des spécialités pharmaceutiques ou cosmétiques (Ivert, 2016).

2.6. Le venin

Le venin d'abeille est sécrété par deux glandes sous forme d'un liquide transparent situées dans l'abdomen (Alexis, 2015).Lorsqu'une abeille pique, le venin est injecté dans la victime à l'aide d'aiguillon (Hacéne, 2017).Il est utilisé par l'industrie pharmaceutique pour

en faire des pommades et des produits à usage interne contre les rhumatismes (Merabti, 2015).

II.3. Les différentes pratiques apicoles

Dans chaque région du monde nous pourrions trouver une apiculture différente. On distingue trois catégories principales qui sont décrites ci-dessous.

3.1. Apiculture traditionnelle

L'apiculteur attrape un essaim sauvage dans la nature et le place dans une caisse, une bombarde en terre cuite ou un tronc d'arbre évidé. À partir des quelques croisillons installés auparavant, les colonies construisent les rayons de cire en les associant et les liant les uns aux autres. Pour la récolte, l'apiculteur doit alors détruire complètement les gâteaux de cire. Il doit tuer la colonie, par asphyxie ou par le feu pour récupérer les rayons. Le miel ainsi obtenu n'est pas de très bonne qualité (Rabeharifara, 2011).

3.2 Apiculture modernisée

C'est une apiculture transitoire utilisant un habitat à barrettes mobiles, d'un usage assez simple et bien respectueux des abeilles. La qualité du miel lui garantit des débouchés commerciaux intéressants et assure des revenus importants.

Elle est l'aboutissement d'un apprentissage visant à modifier de façon durable la manière de penser, de percevoir et d'agir vis-à-vis des abeilles, par l'amélioration des pratiques destructrices, l'élevage et la modernisation du matériel d'exploitation (Betayene, 2008).

3.3. Apiculture moderne

L'apiculture moderne est une véritable entreprise avec une bonne organisation du travail, qui résulte de la formation continue dans des domaines spécifiques de l'apiculture.

La conversion à l'apiculture moderne ne consiste pas seulement à modifier l'habitat des abeilles et à adopter de nouvelles techniques, mais aussi à modifier de façon importante, sur le plan mental et culturel, la relation entre l'apiculteur et son activité (<https://www.maya.be/fr/l-apiculture-en-afrique>).

II.4. Situation d'apiculture dans le monde

La pratique apicole varie d'un pays à un autre, d'une région à une autre et d'un continent à un autre, en raison du climat, de la flore existante et aussi des conditions techniques et organisationnelles dans lequel on pratique l'apiculture. Le nombre d'apiculteurs dans le monde est estimé à 6.6 millions possédant plus de 5 millions de ruches(Boucif, 2017).

Ksouri (2019), indique que d'après l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le premier producteur en miel dans le monde est l'Asie (32.7%) suivie par l'Europe (29.6%) , l'Amérique (24.5%) et l'Océanie (10.7%). La production de miel la plus faible se trouve en Afrique (2.5%) (Fig.7).

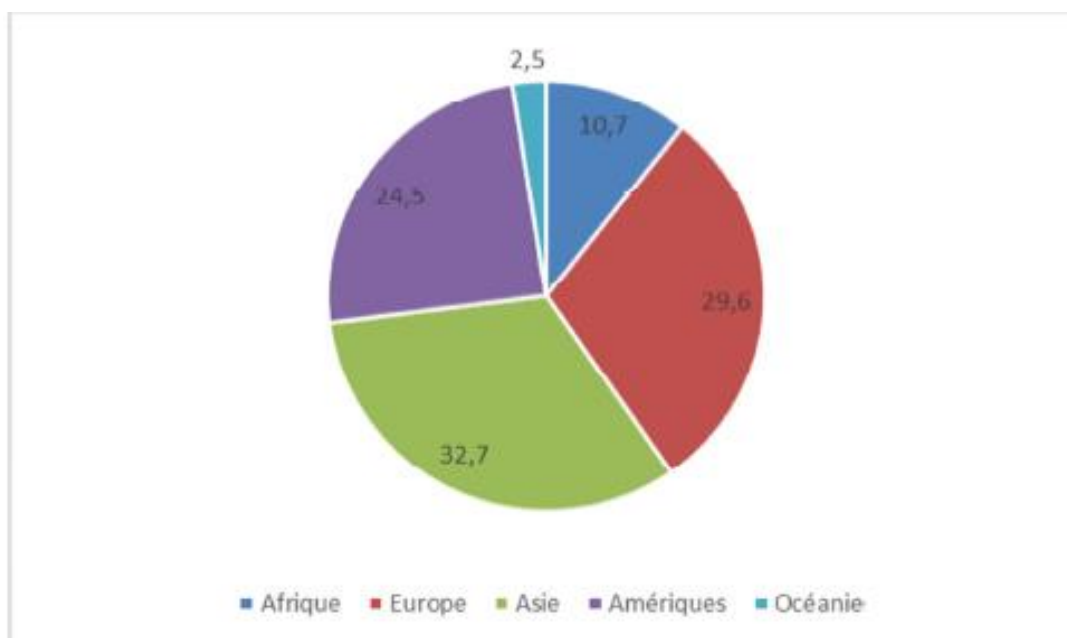


Figure 7: La production du miel dans le monde (ksouri, 2019).

Selon Ginon (2004), les importations mondiales de miel ont augmenté régulièrement depuis la fin des années soixante-dix en raison de l'augmentation de la consommation des produits naturels diététiques, ainsi que l'augmentation de l'utilisation industrielle du miel dans certains pays.

Dans le cadre du commerce mondial Badren (2016), signale que 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.

II.5. L'apiculture en Algérie

5.1. Les races constituant le cheptel apicole

En Algérie, le cheptel apicole est constitué principalement de deux races ou sous espèces d'abeilles qui sont :

5.1.1. L'Abeille Tellienne Algérienne

Apis mellifera intermissa, dite abeille tellienne ou « abeille noire du tell » dont l'aire de distribution se confond avec l'atlas tellien. L'abeille noir est connue par : une couleur souvent foncée, une longueur de la langue prononcée et une pilosité appaete (Berkani et *al.*, 2005).

Draiaia (2016), a signalé qu'elle est très agressive, très nerveuse, résistante aux maladies mais aussi très productive d'essaims, très bonne récolteuse de pollen et de propolis. Elle présente aussi des avantages à savoir la longévité, la grande résistance au vol et une forte production de miel qui peut arriver jusqu'à 100 kg par colonie à condition que les méthodes apicoles modernes soient appliquées (Berkani, 2007).

5.1.2. L'Abeille saharienne

Apis mellifera sahariensis, ou abeille jaune vit dans le désert du Sahara (Bechar et Ain Sefra). Elle est caractérisée par une pigmentation jaune rougeâtre, une taille légèrement plus petite par rapport à l'abeille tellienne. La race saharien a une tendance modérée à l'essaimage et présente une réaction de défense assez faible (Haccour, 1960; Ruttner, 1988).

Barrou (2012), indique que les apiculteurs du sud Algérien préfèrent cette sous espèce par rapport à l'abeille noir pour plusieurs raisons à savoir, son adaptation aux températures extrêmes, sa bonne gestion des réserves hivernales en miel et pollen, sa convenance à l'élevage près des habitations, pour sa douceur ainsi que sa bonne productivité.

5.2. Les principales ressources et plantes mellifères en Algérie

D'après Eckhardt et *al* (2014), les potentialités mellifiques du pays sont plus importantes et on peut facilement aller vers l'installation de 500 000 à 600 000 colonies, si on exploite toutes les ressources cultivées et spontanées. Fondamentalement, quatre zones de production peuvent être mises en évidence :

- **La zone côtière:** Miel d'agrumes, miel d'eucalyptus.
- **La zone de montagne:** Miel de lavande, miel de toutes les fleurs.
- **La zone des hauts plateaux:** Miel de sainfoin, miel de romarin.
- **La zone de maquis et forêts :** Miel de toutes les fleurs.

5.3. La situation de l'apiculture en Algérie

5.3.1. Situation de l'apiculture avant l'indépendance

Pendant la période de la colonisation, l'apiculture algérienne était généralement de type traditionnel, mais en même temps l'apiculture moderne était essentiellement aux mains des colons sans transfert de savoir auprès des populations autochtones (Bougeuttouf, 2016).

Selon les données statistiques de 1891, cité par Berkani (2008), le nombre des apiculteurs qui pratiquaient l'activité apicole était de 27 885 apiculteurs, dont 26 861 algériens détenant à eux seuls 231 329 ruches traditionnelles. Pour les apiculteurs français, ils exploitaient environ 10 000 ruches à cadres. En 1954, la guerre de libération a contribué à la destruction d'une grande part du cheptel.

5.3.2. Situation de l'apiculture après l'indépendance

Après l'indépendance, l'état a abordé le problème du secteur apicole en mettant en œuvre des programmes de développement. Il concentre ses efforts sur la multiplication du cheptel en s'orientant vers l'importation d'abeilles étrangères et aussi vers la construction d'une ruche dite "Algérienne " ainsi que la création de coopératives apicoles (Bouguettouf, 2016).

Badren (2016), mentionne qu'à la fin de période 1970, il y a eu le lancement du premier plan quadriennal prévoyant la promotion de cette spéculation.

D'après Berkani (2008), des crédits importants ont été alloués, afin de permettre la modernisation de l'apiculture et cela dans le cadre des programmes spéciaux de développement des wilayas.

5.3.3 Situation actuelle de l'apiculture en Algérie

L'apiculture est une activité très répandue et pratiquée en Algérie dans nombreuse et vastes régions. Elle a toujours revêtu une importance particulière sur le plan socio-économique (Nair, 2014).L'activité apicole est intimement dépendante aux conditions climatiques et des ressources mellifères dont dispose le pays et qui sont très abondantes et riches (Bouali et Rifa, 2019).

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.

Selon Adjlane et al(2012), en 2010 l'industrie de l'apiculture en Algérie comptait environ 1,2 millions de colonies et 20 000 apiculteurs. A partir des informations recueillies auprès du MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural) Behidj (2011), a montré que l'augmentation du nombre de ruches est due a plusieurs actions déployées dans ce secteur.

1) Au nouveau dispositif, initié par le ministère de l'Agriculture dit PPDR (Projets de Proximité du Développement Rural Intégré), qui a assuré la distribution de 10.000 ruches ainsi que des soutiens financiers importants pour les apiculteurs, a offert à chaque stagiaire une dizaine de ruches pleines pour débiter l'apiculture et contribuer à son développement dans le cadre des différents programmes d'aide à l'insertion professionnelle des jeunes.

2) A une session de formation en apiculture a été lancée le 12 janvier 2009 par l'association des apiculteurs en collaboration avec la coopérative apicole de la Chiffa, et des stages pratiques ont également contribué pour vulgariser l'élevage de la reine, la transhumance, la production de la gelée royale et le pollen. Le but cette action est d'inciter les jeunes à solliciter des crédits dans le cadre des dispositifs de l'Ansej, la Cnac et l'Angem ont réalisé des soutiens pour les investissements dans la filière.

3) A des aides de l'Etat sur les 40.000 ruches installées dans la wilaya de Blida, en 2008. Selon les statistiques du ministère de l'Agriculture en 2017, le nombre d'apiculteurs activant aujourd'hui en Algérie est estimé à 32000 personnes. Concernant les régions où le secteur est en plein essor, le MADRP indique qu'il s'agit de Bouira avec 150 000 colonies, Tizi Ouzou avec 104 000 colonies, Batna avec 97 700 colonies et Boumerdes avec 94 000 colonies. Notre pays peut facilement améliorer la valeur ajoutée de ce secteur qui peut être intégré dans la diversification des exploitations agricoles grâce à sa meilleure intégration dans les programmes de développement. Il convient donc d'entreprendre une modernisation du secteur

(Berkani, 2009).

5.3.3.1. Nombre de ruche en Algérie

Selon Ksouri (2019), en 1985 il y avait une augmentation du nombre de ruches. Par la suite en 1985 à 2001 l'évolution du nombre de ruche est perturbée en raison de la situation politique et sécuritaire du pays. Puis a partir de l'année 2001 une évolution très remarquable a été enregistrée grâce aux mesures incitatives mises en place par les pouvoirs publics dans le

cadre de PNDA, puis FNRDA, actuellement le nombre de ruche dépasse les 414244 ruches (Fig.8).

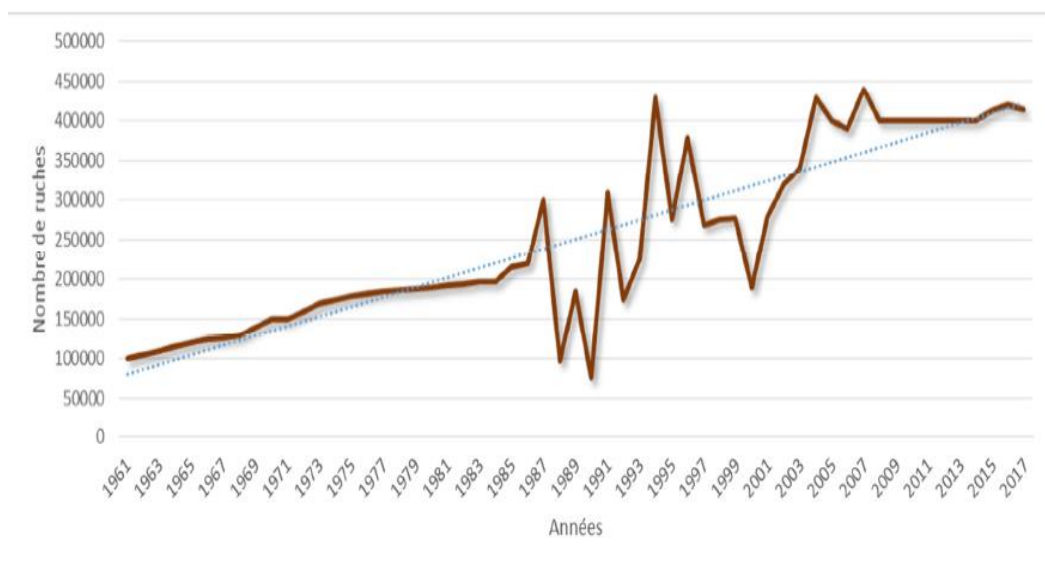


Figure 8: Evolution de nombre de ruches en Algérie de 1961 à 2017(Ksour, 2019).

5.3.3.2. La production de miel en Algérie

Selon Nair (2014), la production algérienne de miel est de 4 000 à 5 000 quintaux par an, est inférieure aux besoins de la consommation locale, de sorte qu'elle devrait être plus élevée et être la source d'un important courant d'exportation.

Ksour (2019), note que la production nationale du miel est très variable chaque année et dépend des conditions climatiques. Depuis 1971 à 1986 la production du miel a connu une stabilité, après l'année 2001 une évolution sans déclina était remarqué, où elle a enregistré son maximum en 2015 avec 6427 tonnes (Figure 08).

Par ailleurs Adjlane et al (2010), confirment aussi que l'évolution de la production de miel montre une nette augmentation de 2002 à 2010. Cependant, le rendement des colonies reste très faible et inférieur à 4 kg par ruche.

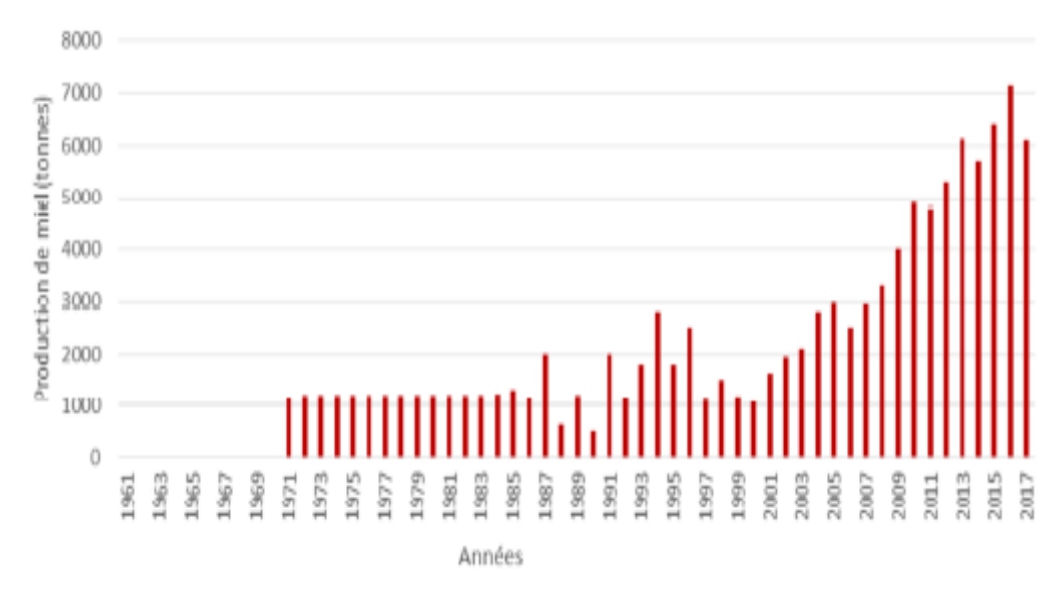


Figure 9: Evolution de la production du miel en Algérie de 1961 à 2017(Ksouri, 2019).

5.3.3.3. L'importation de miel en Algérie

Les principaux fournisseurs de l'Algérie en miel et la cire d'abeille sont les pays du bassin méditerranéen, à savoir la France, l'Espagne, l'Italie, la Grèce, etc (Behidj, 2010).

D'après Ksouri (2019), l'Algérie est considérée comme un grand pays consommateur de miel.

A cause de la faiblesse de sa production, le pays doit faire appel aux importations.

Durant la période 1965-1983 il y a une augmentation significative avec une quantité maximale de 3848 tonnes en 1981. Après cette période, il n'y a eu aucune importation jusqu'aux dernières années où l'importation a été représentée par de faibles quantités (Fig.10).

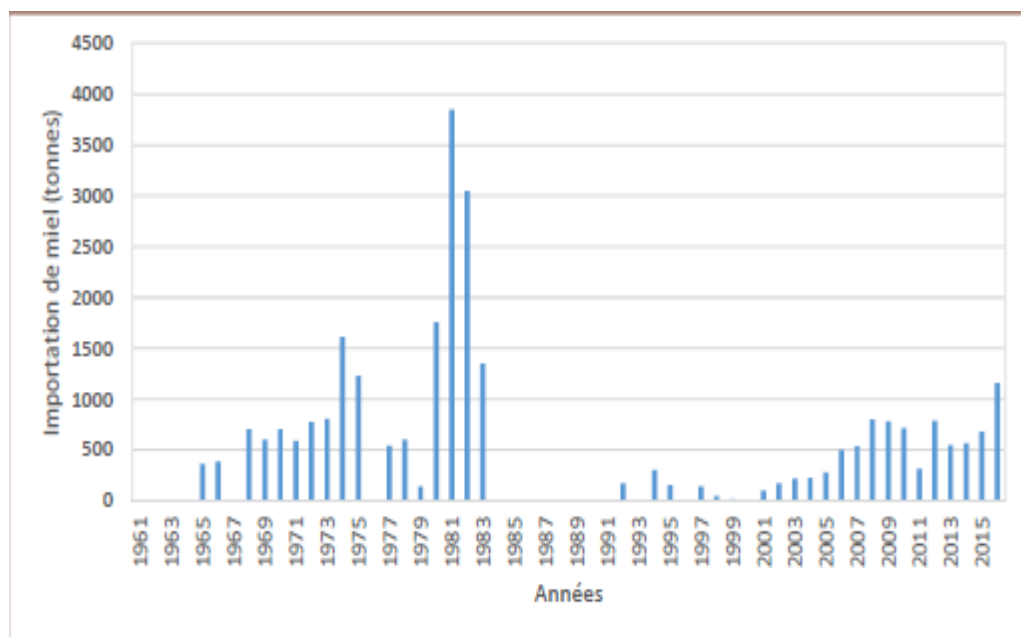


Figure10: Importation du miel en Algérie de 1961 à 2015 (Ksouri, 2019).

5.3.3.4.Exportation de miel en Algérie

L’Algérie est insignifiante par les exportations de miel. Durant la période de 1961-2006, l’Algérie n’a rien exporté sauf durant l’année de 1995 où elle a exporté une petite quantité insignifiante de 01 tonne. Après cette période les exportations ont considérablement augmenté à partir de 2007 avec une quantité de 2 tonnes puis 6 tonnes en 2013 grâce au soutien de l'Etat (Fig. 11) (Ksouri, 2019).



Figure 11: Exportation du miel en Algérie de 1961 à 2016 (Ksouri, 2019).

5.3.4. Situation de l'apiculture à Bouira

D'après les données recueillies auprès de la direction de services agricoles de la région de Bouira, nous tentons de faire une analyse de la situation de l'apiculture de cette région.

Nous présentons à travers six communes (Elakhdaria, Bouira, El-Esnam, Mchedallah, Ain El alloui, Ain Bessem) le nombre de ruche et la production de miel sur une période de 4 ans, s'étalant de 2016 à 2019 (Fig 12 ,13).

5.3.4.1. Nombre de ruches

La figure 12 présente la variation de nombre des ruches par commune et par année. Cette dernière montre que les communes de Lakhdaria et Ain Bessem sont les plus importantes en terme d'activité apicole avec 9862 ruches en 2017 pour Lakhdaria et 7085 ruches en 2016 pour Ain Bessem. Cependant, l'activité apicole est moins importante dans les communes de Bouira et d'El Esnam avec respectivement 3985 et 3000 ruches en 2016. Par contre, la commune de Ain Laloui est plus ou moins marquée par une stabilité du nombre de ruches recensées lors des années considérées. On note également une activité apicole fluctuante sur la commune de M'Chedallah, notamment en 2016 avec 4775 ruches, suivie par une forte chute dans l'activité après 2016 avec seulement 500 ruches.

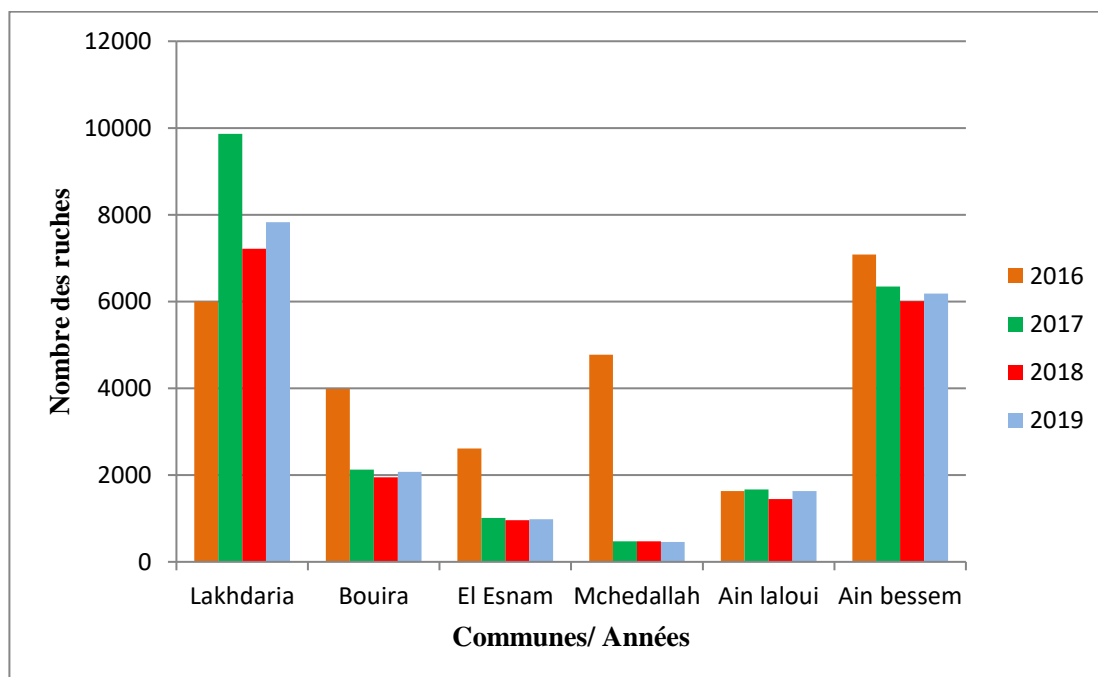


Figure 12: Variation du nombre des ruches par commune et par année.

5.3.4.2. La production du miel

La figure 13 présente la variation de la production de miel par commune et par année. Soumise à une variation d'une année à l'autre, la production de miel des communes de Lakhdaria et de Ain Bessem demeure la plus élevée par rapport au reste de la région. En 2016 la commune de Ain Bessem enregistre 37196 kg, alors que celle de Lakhdaria enregistre 44200 kg en 2017. Cette bonne performance est probablement due au caractère géomorphologique montagneux de la zone et à la prédominance de l'arboriculture fruitière et des espèces mellifères herbacées.

Comparativement les communes de Bouira et d'El Esnam, connaissent des productions en dents de scie alors que celle de MChedallah chute considérablement depuis 2017. Par contre, pour la commune de Ain Laloui, on observe une stabilité de la production au cours de la période considérée. Une forte diminution dans la production de miel a été également observée en 2019 pour l'ensemble des communes.

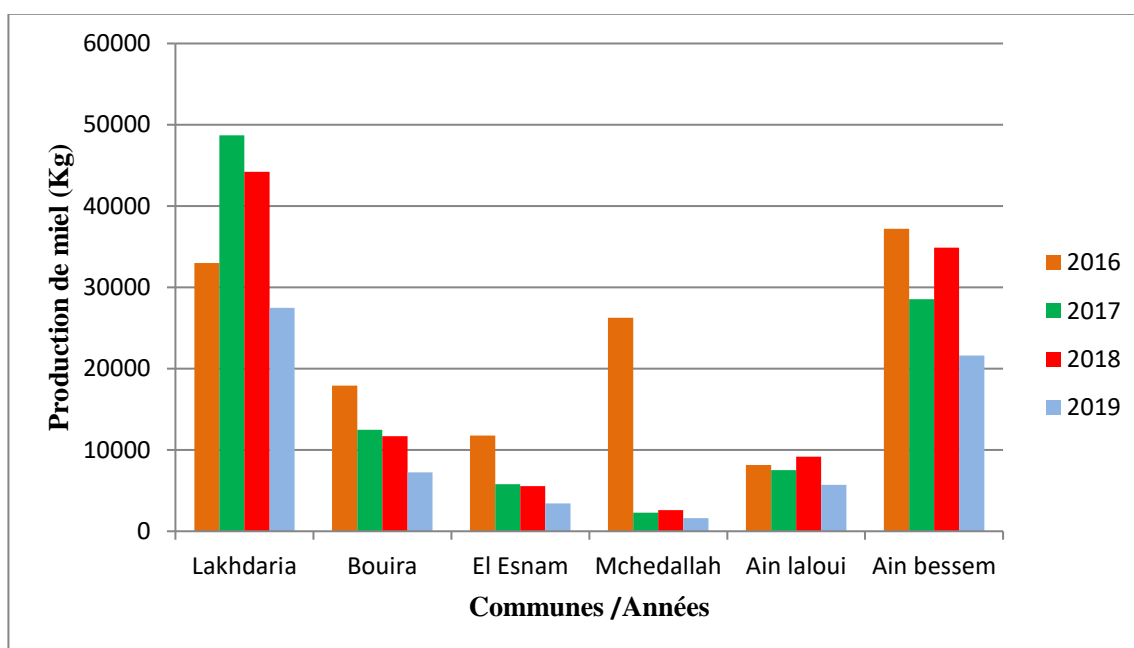


Figure 13 : Variation de la production de miel par commune et par année.

5.3.4.3. Le rendement

Le calcul de rendement nous permet d'apprécier l'ensemble de la filière apicole dans la région de Bouira. En effet, tenant compte de la production globale d'une commune sur l'ensemble des ruches pleines présentes sur le territoire, le rendement par ruche nous renseigne sur la productivité en miel de la zone considérée. Relativement, les meilleurs

rendements ont atteint respectivement 6.1, 6, 5.8, 6.35, et 5.8 kg/ruche pour Lakhdaria ; Bouira ; El Esnam ; Ain Laloui et Ain Bessem. Tandis que les rendements les plus faibles ont été relativement enregistrés en 2019 avec 3.5Kg/ ruche pour les communes de Bouira ; Lakhdaria et El Esnam ; 3.52Kg/ruche pour Ain Laloui et 3.49 Kg/ruche pour Ain Bessem. Et enfin, 3,32 kg/ruche pour la commune de Mchedallah ou le rendement a largement diminué.

La production apicole en général subit, évidemment, des facteurs endogènes voire même exogènes. En effet, le milieu naturel et l'action de l'homme peuvent influencer positivement ou négativement sur la production de miel. Dans ce sens, la région de Bouira qui est à vocation agricole avec une agriculture de montagne notamment à l'Ouest et au Nord ainsi qu'une agriculture de plaine dominée par le maraichage et les céréales puis une agriculture pseudo steppique par le Sud semble, de prime abord offrir des conditions satisfaisantes pour l'élevage apicole. Mais, l'influence et la conjugaison de plusieurs facteurs déterminants tels : la variation brusque et durable des températures ainsi que les actions néfastes de l'homme ; incendies, traitements chimiques des cultures mais aussi le manque d'attentions ; qualification, vulgarisation et engagement professionnel entraînent des conséquences néfastes à la miellée. Dans ce contexte Gouras (2019), ayant abordé la situation de l'apiculture dans la région de Bouira, nous renseigne que les facteurs environnementaux, chimiques et biologiques causent des affaiblissements au niveau des colonies de la région. A elles seules, les conditions climatiques (hivers rigoureux et les sécheresses printanières) entraînent souvent un décalage temporel du développement des ressources florales donc celui des colonies d'abeilles.

Nebig Mena et Hamadache (2019), ont indiqué que les herbicides sont les plus utilisés dans cette wilaya. Ces derniers causent l'appauvrissement des ressources mellifères. Il faut rappeler qu'une bonne miellée est conditionnée par l'abondance et la diversité de la flore mellifère.

Chapitre III :
Le déclin des
populations d'abeilles

III.1. Le déclin d'abeille

Selon 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. L'enjeu économique et écologique représenté par la perte de ces individus a déterminé la mise en œuvre de nombreuses études sur le sujet. Plusieurs hypothèses de facteurs de risques ont été avancées pour tenter d'expliquer ce phénomène.

Les recherches semblent incriminer de nombreuses causes : le CCD, changement climatique, la pratique apicole, les agents biologiques et les pratiques agricoles.

Ces derniers ont été étudiés et identifiés comme causes potentielles dans ce déclin des pollinisateurs (Mackowiak, 2009 ; Vidal-Naquet, 2011 ; Requier Le Féon, 2017).

Kairo (2016), note que diverses combinaisons de ces facteurs pouvaient induire des effets synergiques entraînant des taux de mortalité beaucoup plus importants que ceux induits par les facteurs pris séparément. Très peu d'études se sont intéressées aux effets des différents stressors et leur combinaison sur les individus reproducteurs de la colonie (reines et faux-bourdon) et la fonction de reproduction.

Nous allons présenter différentes causes de déclin. Ces causes peuvent être impliquées isolément ou bien se combiner et agir en synergie.

III .2. Causes du déclin de la population des abeilles

2.1. Syndrome d'effondrement des colonies d'abeille (CCD)

Selon Debuyscher (2018), le CCD ou Colony Collapse Disorder qui signifie le syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles a été étudié et ainsi nommé par des chercheurs aux États-Unis, qui ont travaillé sur des cas de disparition d'abeilles (VanEngelsdorp, 2010 ; Jarrige, 2014 ; Cox-Foster, 2017).

Duran (2010), définit le CCD en fonction de trois principaux critères et pour qu'une perte d'abeilles soit attribuée au CCD il faut que ces trois critères soient respectés :

- Les abeilles doivent disparaître rapidement et brutalement. Au final ne survivent que la reine, le couvain laissé intact à l'abandon, et quelques jeunes ouvrières en nombre insuffisant pour assurer les tâches nécessaires au maintien de la colonie.
- Il ne doit y avoir aucun cadavre dans la ruche ou à proximité.

- Les réserves sont toujours présentes ou au moins elles ne sont pillées que tardivement. En effet, habituellement, lorsqu'une ruche est désertée par ses occupants, les abeilles des colonies voisines viennent rapidement piller les réserves de nourriture.

2.2. Changement climatique

Les modifications climatiques jouent un rôle essentiel sur la survie des butineuses. Chiron et Hattenberger(2008), indiquent qu'à la suite d'une sécheresse excessive, les floraisons de plantes mellifères et polinières peuvent rapidement s'atténuer au cours de l'été et devenir totalement absentes.

Les facteurs climatiques conditionnent la période de floraison, la quantité et la qualité de nectar produit (Haubruge et *al.*, 2006). Ainsi, les basses températures, rapportées par Dustmann et Von der Ohe (1988), durant lesquelles la température de la journée atteint son maximale est inférieur à 12°C, avec la présence de pluies ou de vents violents ont des influences directes néfastes sur le développement des colonies d'abeilles (Shahrouzi, 2009).

En outre, les abeilles maintiennent le couvain à la température précise de 34,5±0,5°C, en dépit des fluctuations de 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).

2.3. La pratique apicole

Lors des manipulations apicoles, un équilibre démographique doit être préservé. Le rôle de l'apiculteur est de favoriser, au travers de la technique et des méthodes employées, la pérennité des colonies afin d'assurer chaque année sa production de miel (Chiron et Hattenberger, 2008).

Samson-Robert (2014), mentionne que les apiculteurs impliquent nécessairement le transport des ruches, que l'on nomme transhumance, certes à un effet positif pour la production (apicole et agricole), mais en parallèle cette pratique est nuisible en réduisant le nombre des colonies d'abeilles. Ainsi, le manque de vigilance des apiculteurs pour garantir une bonne pratique apicole, ils utilisent certains produits chimiques qui vont servir à lutter contre certains ravageurs tels que la fausse teigne, les fourmis ou d'autres insectes dans ou autour du rucher. Aussi à l'utilisation des traitements d'imprégnation pour le bois inadéquat et aussi certaine mauvaise gestion d'alimentation utilisée peuvent engendrer des conséquences

telle que , certains aliments mal assimilés par les abeilles (lactose , glucose .. etc) (Charrière et *al.*, 2006).

2.4. Les agents biologiques

Les abeilles sont exposées à un certain nombre de parasites et d'agents pathogènes, ces derniers ayant une implication beaucoup plus importante dans la mortalité des abeilles. Donc, beaucoup doivent être activement contrôlés par les apiculteurs afin de préserver la santé des colonies.

2.4.1. Loque américaine

La loque américaine est une maladie contagieuse du couvain de colonies du genre *Apis* notamment de celles d'*Apis mellifera*. Elle est due à une bactérie gram+ *Paenibacillus larvae subsp*, qui touche le stade larvaire des trois castes (Fig.14) (Mackowiak, 2009).

Heyndrick Met et *al*(1996), montre quecette dernière peut produire plus d'un milliard de spores par larve infectée. Les spores représentent le stade infectieux. Par ailleurs si le couvain absorbe des spores en se nourrissant, ils germent dans l'intestin moyen de la larve et les transforme en bâtonnets. Il s'agit de la forme végétative qui est très mobile et capable de traverser la paroi de l'intestin pour pénétrer dans la cavité abdominale. A ce niveau, les spores se multiplient rapidement et provoquent la mort de la larve. Les symptômes de la maladie sont très variés, l'étude mené par Hafsaoui et Tahraoui (2019), ont signalé qu'un couvain operculé dont les opercules sont affaissés et percés. Dans ce sens Samuel (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.



Figure 14: La loque Américain sur un cadre du couvain (Hafsaoui et Tahraoui,2019).

2.4.2. Loque Européenne

La loque européenne 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 tels que (*Lactobacillus eurydice*, *Paenibacillus alvei*, *Paenibacillus apiarius*,*Enterococcus faecali*) (Adjlane, 2012).

Les trois castes d'abeilles sont atteintes par la maladie. *Melissococcus pluton* affecte le couvain, principalement avant l'operculation (Fig.15). Les formes en capsulées de cette bactérie sont ingérées par les jeunes larves avec la nourriture. Elles se développent dans l'intestin moyen sous leur forme végétative et s'y multiplient en masse. Les germes secondaires pénètrent dans la larve et la détruisent. Les larves âgées de plus de 2 jours sont difficilement contaminables et les abeilles adultes sont résistantes (Kidoud, 2017).

L'action spoliatrice du parasite se traduit, au travers de l'épuisement du corps gras des abeilles nourrices, par la production d'une gelée royale de moindre qualité favorisant la loque européenne (Hafsaoui et Tahraoui, 2019). 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 et le dégagement des odeurs nauséabondes.



Des larves avec une teinte jaunâtre

Une larve saine

Figure 15:La loque européenne sur un cadre du couvain (Kidoud, 2017).

2.4.3. Varroase

D'après Mackowiak (2009), la varroase est une parasitose qui touche à la fois l'abeille adulte et le couvain, dont l'agent responsable est un acarien, *Varroa destructor*. La transmission de cette pathologie se fait par plusieurs voies, d'abeille à abeille, d'une ruche à ruche et même d'un rucher à un autre. Cela est dû à plusieurs facteurs, soit naturels par la dérive des butineuses, l'essaimage et le pillage par la transhumance et les échanges entre les apiculteurs.

Elle est actuellement considérée comme une menace pathogène majeure pour l'abeille domestique et peut conduire à l'effondrement des colonies infestées en l'absence de traitement (Hafsaoui et Tahraoui, 2019).

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).

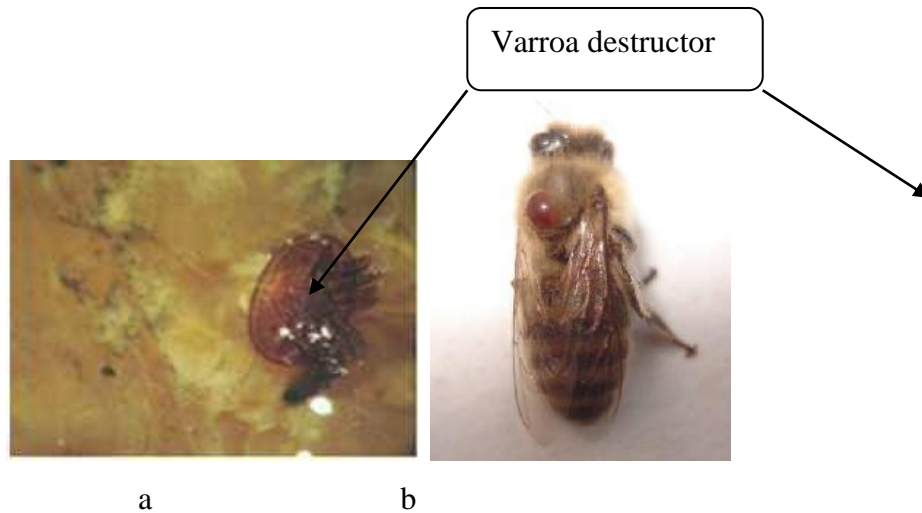


Figure 16: Acarien parasite *Varroa destructor* de l'abeille mellifère (a: *Varroa destructor*, b: Emplacement de *Varroa*) (Adjlane, 2012).

2.4.4. La nosémose

La nosémose des abeilles est une maladie la plus destructrice des abeilles adultes, affectant le système digestif, provoquant des diarrhées aiguës, elle est causé par un micro sporidie du genre *Nosema*. Les trois castes peuvent en être atteintes (Delbace, 2009).

Selon Higes et *al*(2006), le premier agent causal de la nosémose est l'espèce *Nosema apis*. Plus récemment un autre microsporidé, *Nosema ceranae* a été mis en évidence en Europe.

Les hivers longs au confinement prolongé de l'abeille à l'intérieur de la ruche favorisent le développement de cette pathologie (Hafsaoui et Tahraoui, 2019).

Selon Kidoud (2017), d'autres facteurs peuvent contribuer aussi au développement de la maladie comme l'installation inadéquate de colonies dans des zones humides déposées directement sur le sol et un mauvais nourrissage artificiel. D'autres symptômes sont cités par Bailey (1986), une modification de la partie postérieure de l'abdomen, la mort des colonies.

2.4.5. Virus

Kidoud (2017), signale que pendant ces dernières années, de nombreux virus ont été identifiés dans des colonies. Un des premiers à avoir été identifié est le « virus de la paralysie chronique » ou CBPV (*Chronic bee Paralysis Virus*) encore appelé « virus de la maladie noire », il était le virus le plus prévalent, suivi par le DWV (*Deformed Wing Virus*), le SBV (*Sacbrood Bee Virus*) et l'ABPV (*Acute Bee Paralysis Virus*) (Vidal-Naquet, 2011).

Waring et Waring (2012),montrent que le symptôme le plus répandu est celui des ailes déformées.

2.5. Les pratiques agricoles

Les changements d'occupation des sols et l'intensification de l'agriculture ont fortement modifié l'environnement, ce qui a conduit à une simplification du paysage. L'augmentation de la taille des parcelles cultivées réduit les espaces interstitiels entre les parcelles, qui sont sources de fleurs spontanées et réduit également le nombre de sites de nidification (Requier Le Féon, 2017).Le déclin de la biodiversité des plantes pollinifères et mellifères en milieu agricole est une conséquence directe de deux actions conjuguées : celle de la monoculture, notamment la culture de plantes sans intérêt pour les Apoïdes comme les céréales et celle des herbicides totaux ou sélectifs (Kidoud, 2017).Selon Chiron et Hattenberger (2008), les abeilles peuvent être exposées aux différents agents chimiques susceptibles d'être présents dans l'environnement. Dans les zones cultivées, la majeure partie des agents chimiques constituant cette exposition appartient à la catégorie des pesticides.

2.6.La synergie de plusieurs facteurs

Ce sont les interactions entre ces facteurs de stress qui aident à mieux comprendre les causes d'affaiblissement ou de mortalité des abeilles (Vidal-Naquet, 2011). Par exemple, les effets négatifs d'un pesticide sont plus importants si l'abeille est conjointement affectée par un second facteur de stress, un autre pesticide ou un bio-agresseur.

La littérature scientifique fournit aujourd'hui de nombreux exemples d'interactions entre facteurs de stress (Fig.17) : parasites × pathogènes, malnutrition × pathogènes, pesticides × pesticides et pesticides × climat ou contexte paysager (Hafsaoui et Tahraoui, 2019).

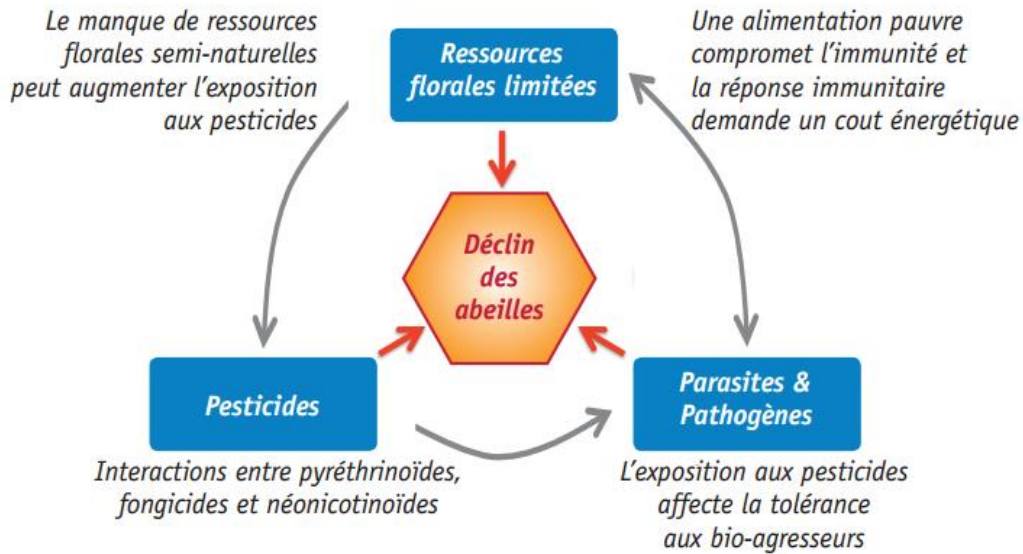


Figure 17: Les différents facteurs de stress affectant les abeilles (Requier et Le féon, 2017).

L'élevage des abeilles dans un paysage nécessite la présence des espaces florales, de sites et matériaux pour leurs nidifications. Les abeilles peuvent donc être touchées par les facteurs de stress qui diminuent la diversité et l'abondance de ces deux types de ressources. Elles peuvent aussi être affectées plus directement par des pesticides ou des bio-agresseurs (qui comprennent les agents pathogènes, les parasites et les prédateurs) (Hafsaoui et Tahraoui, 2019).

III .3. Les pertes induites par les causes du déclin

Le phénomène de surmortalité des abeilles est complexe car ses causes sont multiples. L'état de santé des abeilles est menacé par plusieurs pathologies et facteurs de stress qui agissent seuls, ou en association pour provoquer l'affaiblissement et le déclin des colonies. Quatre facteurs principaux agissant sur la santé des abeilles ont été identifiés : causes biologiques, causes chimiques causes environnementales, les pratiques apicoles (Maurey, 2017). L'auteur cité en dernier dresse un état de mortalité globale des colonies d'abeille dans différents pays.

Tableau 2: Taux de mortalité global des colonies d'abeilles sur la période 2013-2014 (Maurey, 2017).

Pays	Taux de mortalité globale %
France	23,4
Belgique	22,6
Suède	19,2
Danemark	17,6
Finlande	13,9
Estonie	11,1
Grèce	10,6
Allemagne	9,4
Espagne	9,4
Portugal	9
Lettonie	7,5
Hongrie	6,3
Italie	5,6
Pologne	4,5
Slovaquie	2,7
Lituanie	2,6

Selon Hafsaoui et Tahraoui (2019), en Algérie la perte par l'un des principaux agents pathogènes en particulier varroa 74,85%, la loque américaine 35% et les intoxications des abeilles par les pesticides notamment les insecticides 50%. Par ailleurs les changements climatiques influents sur le CCD, dont l'humidité et le vent sont les plus représentatifs (29,55%), ainsi, les effets des feux de forêts représentent 86,96% sur la perte totale des colonies déclarées par les apiculteurs interrogés. Tous ces facteurs menacent l'abeille locale et influent négativement sur qualité et la quantité du miel.

Chapitre IV :
Impacts des pesticides
sur l'abeille

IV.1. Généralités sur les pesticides

1.1. Définition

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).

Le décret n°94-359 du 5 mai 1994 européen relatif au contrôle des produits phytopharmaceutiques désigné par produits phytosanitaires a défini les pesticides comme : les substances actives et les préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui remplissent un ou plusieurs objectifs suivants :

- protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action ;
- exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives (par exemple, les régulateurs de croissance) ;
- assurer la conservation des produits végétaux, pour autant que les substances ou produits ne fassent pas l'objet de dispositions particulières du Conseil ou de la Commission concernant les agents conservateurs ;
- détruire les végétaux indésirables, ou ;
- détruire des parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux.

1.2. Historique

Depuis qu'il a appris à cultiver la terre, l'Homme a dû gérer les attaques de ses cultures par différents ravageurs : insectes, rongeurs et autres champignons. Pendant longtemps, l'essentiel des moyens étaient de nature physique : ramassage des larves, des œufs, des insectes adultes, destruction des plantes malades par le feu, désherbage manuel puis mécanique (Mackowiak, 2009).

Selon Calvet (2005), depuis la fin du XVIème Siècle, les produits arsenicaux sont utilisés comme insecticide ainsi que la nicotine dont les propriétés toxiques ont été découvertes par Jean de la Quintaine (1626-1688) qui en a recommandé l'usage. Cependant, suite aux graves épidémies apparues au cours des XIXème et XXème Siècle, les propriétés

biocides de nombreux produits chimiques ont été mis en évidence et ont donné lieu à de considérables développements des techniques de protection des plantes.

Boland et *al* (2004), ont mentionné que le premier des pesticides de synthèse a été fabriqué en 1930, profitant du développement de la chimie organique de synthèse et de la recherche sur les armes chimiques durant la première guerre mondiale.

Ensuite, à partir de la seconde guerre mondiale, le DDT (dichloro Diphényle Trichloroéthane) de la famille des organochlorés dont les propriétés insecticides ont été découvertes par Muller et Weissman en 1939. Ce pesticide a connu un grand succès dans la lutte contre de nombreux insectes ravageurs et aussi contre les moustiques transmettant le paludisme (Mackowoak, 2009). Puis il sera commercialisé dès 1943 ouvrant la voie aux autres organochlorés.

Awatef (2011), confirme que depuis 1950 l'usage des pesticides a augmenté de 50 fois et 2,3 millions de tonnes de pesticides industriels sont maintenant utilisés chaque année.

L'enquête établie entre 1945 à 1985 sur les pesticides, indique que l'industrie agrochimique mondiale a mis sur le marché environ 1.000 substances actives d'insecticides, de fongicides et d'herbicides (Bonney, 2012).

1.3. Classification

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.

1.3.1. Classification selon la nature de la cible visée

Selon Merhi (2008), on distingue :

- les insecticides sont utilisés pour la protection des plantes contre les insectes.
- les fongicides utilisés contre les maladies des plante provoquées par les champignons phytopathogènes ou encore des bactéries.
- les herbicides sont destinés à éliminer les plantes adventices des cultures.
- 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.

1.3.2. Classification selon la nature chimique

Jesse Uneke (2012), a signalé que les pesticides sont classés en deux grandes catégories :

1.3.2.1. Les biopesticides

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 (Meskem, 2018). Les agents utilisés comme biopesticides sont généralement classés en trois catégories :

- Les micro-organismes telle 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 sémiocchimiques 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).

1.3.2.2. Les produits chimiques

Les pesticides chimiques sont classés selon les différentes familles (Errami, 2012) :

a- Les organochlorés

Les organochlorés sont des molécules préparées par chloration d'hydrocarbures aromatiques. Ils présentent souvent une toxicité aiguë pour de nombreux animaux et végétaux. 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

Les organophosphorés sont des esters de l'acide orthophosphorique. Actuellement sont les insecticides les plus répandus en agriculture. 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).

c- Les carbamates

Les carbamates sont des esters de l'acide carbamique. Ils sont utilisés comme insecticides à large spectre, leur précurseur de synthèse est l'isocyanate de méthyle. Ces pesticides sont également des anticholinestérasiques dont l'action est réversible contrairement à celle des organophosphorés. 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 Dérivés de l'urée

Les dérivés de l'urée sont des molécules en général à usage herbicide. Le diuron, l'isoproturon ou le chlortoluron font partie de cette famille. Ils sont utilisés aussi bien en agriculture que dans les secteurs non agricoles. Ces substances sont bâties autour du motif urée (NH₂-CO-NH₂), substitué sur les atomes d'azote. Leur mode d'action est identique à celui des triazines (Poulier, 2014).

Les pesticides agissent par perturbation de la photosynthèse. La rémanence de ces molécules est moyenne, leur demi-vie étant est d'un à trois mois. Ils sont très solubles dans l'eau, extrêmement toxiques pour les plantes aquatiques, les algues et les phanérogames marines (Errami, 2012).

e- Les Pyréthriinoïdes de synthèse

Les pyréthriinoïdes sont des insecticides de synthèse issus des pyréthrines, composés naturels présents dans les fleurs du pyrèthre ou du chrysanthème (Willemin, 2014). Les molécules de synthèse telles que le perméthrine, le cyperméthrine et le deltaméthrine sont des inhibiteurs d'estérases, ainsi que du canal sodium au niveau des membranes des neurones

chez les insectes. 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).

f- Les Triazines

Les Triazines sont des molécules possédant un noyau hexagonal insaturé constitué par trois atomes de carbone et trois d'azote. Ce sont également des molécules à effet herbicide. Ces produits sont théoriquement peu toxiques pour les animaux homéothermes. La demi-vie de ces molécules peut atteindre un an dans les sols et plus de trente ans dans les eaux douces. Ce dernier facteur devrait remettre en cause l'opportunité de l'emploi des triazines (Errami 2012).

1.4. Effet des pesticides sur l'environnement

La surexploitation des pesticides, leurs emplois inappropriés, ainsi que leurs déchets rejetés sont considérés tel un fardeau pour l'environnement (Zaidi et Safsaf, 2017). L'entrée des pesticides dans l'environnement se fait généralement lors de l'application en plein champ, des pertes peuvent se produire lors de leur emploi (Queyrel, 2017). Les pesticides contaminent presque tout notre environnement (biotique et abiotique) et par conséquent la santé humaine. Bonvallot (2014), mentionne que les pesticides ainsi que leurs produits de transformation (dégradation environnementale, métabolisme dans les plantes) sont à l'origine de contaminations multiples et divers qui viennent s'ajouter aux pollutions passées. Ce transfert est plus ou moins bien connu mais il dépend en grande partie du mode d'application du pesticide et des propriétés physico-chimiques.

1.4.1. Effet des pesticides sur la santé humaine

L'exposition de l'Homme à la contamination de pesticide peut se faire par différentes voies de pénétration : digestive via la nourriture, l'eau, respiratoire via l'air inhalé et cutané à travers le contact avec la peau.

Viel *et al* (1998), signalent que les agriculteurs et les ouvriers qui préparent les mélanges et réalisent les traitements ont plus de risque que le reste de la population. Parmi les maladies les plus fréquentes au moment d'exposition immédiat (intoxication aiguë) cité par Batsch (2011) : maux de tête, vertige, trouble hépato-digestifs, problèmes cutanés ainsi que par l'exposition répétée à faible dose (intoxication chronique), aboutissant à des

pathologies plus graves telles que les cancers du sang, de la peau, d'estomac et la maladie des troubles neuro-comportementaux.

1.4.2. Effet des pesticides sur la flore

Les pesticides sont l'un des facteurs les plus influençant l'abondance générale des plantes sur les terres agricoles (Boatman et *al.*, 2014). Par ailleurs, ils peuvent toucher fortement la survie, la reproduction et le développement des plantes par l'inhibition de la photosynthèse, l'inhibition de la division cellulaire ou la perturbation de la régulation de phytohormones. En outre, ils peuvent aussi induire à des changements dans les communautés végétales à plus grande échelle entraînant des impacts écologiques et agronomiques importants (Helander et *al.*, 2012).

1.4.3. Effets des pesticides sur la faune

De nombreux pesticides sont toxiques pour les insectes bénéfiques, les oiseaux, les mammifères, les amphibiens ou les poissons. L'empoisonnement de la faune sauvage dépend de la toxicité d'un pesticide et de ses autres propriétés à savoir la quantité appliquée, la fréquence, du moment et de la méthode de pulvérisation. Le changement d'habitat, l'empoisonnement aux pesticides peut entraîner le déclin majeur d'une population qui menacera les espèces rares. Les pesticides utilisés en agriculture peuvent réduire l'abondance des mauvaises herbes et insectes, qui sont une source importante de nourriture pour de nombreuses espèces (Isenring, 2010). Cependant, les impacts négatifs peuvent se répercuter tout au long d'une chaîne alimentaire (Errami 2012).

1.5. Situation d'utilisation des pesticides en Algérie

Pendant la période qui s'étale entre 1990 et 2013, Bettiche (2016) a signalé une grande utilisation de pesticides (toutes catégories confondues) durant les années 90 plus que les années 2000 et cela n'est pas seulement dû à un raisonnement d'usage mais aussi à l'introduction au marché des nouvelles formulations commerciales avec des doses plus faibles à l'unité de surface, ce qui n'est en aucun cas un synonyme de moindre impact environnemental. L'auteur cité en dernier, note des pics d'usage insecticides-fongicides en 1991 et 1995 et surtout insecticides en 2004, année de la dernière grande invasion acridienne survenue en Algérie (Fig.18).

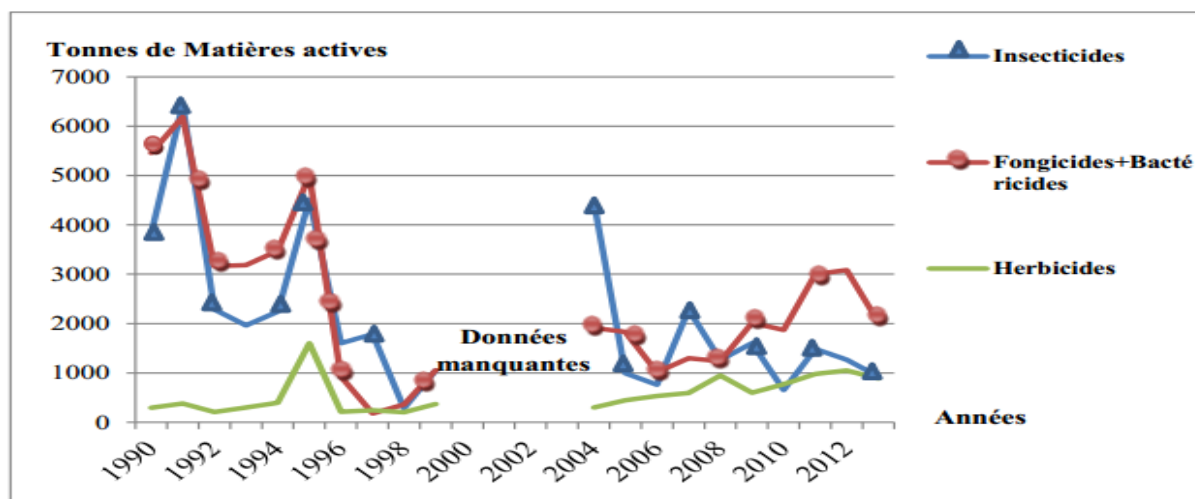


Figure 18: Evolution des quantités de pesticides utilisées en Algérie par catégorie entre 1990 et 2013 (Etablie à partir des données de la FAOSTAT) (Bettiche, 2016).

Moussaoui et *al* (2001), ont indiqué que l'usage des pesticides en Algérie atteint entre 6.000 à 10.000 T/an, ce qui correspond à un taux d'utilisation de 15 % par apport aux besoins normatifs de 50 mille tonnes. Par ailleurs pour le marché algérien qui n'arrête pas d'augmenter, Ayad Mokhtari (2012), a noté qu'en 2009 l'Algérie a importé 67 millions US \$ de pesticides et en 2008 pour 77 millions US \$ contre 49,5 millions US \$ en 2007.

IV.2. Effets des pesticides sur les abeilles

Pour aborder l'effet des pesticides sur les abeilles, nous avons jugé utile d'évoquer d'abord les voies d'intoxication directe ou indirecte, ainsi que les méthodes d'essais qui ont permis de révéler les altérations biologiques des abeilles causées par ces pesticides chez les abeilles.

2.1. Voies d'intoxication des abeilles

Les substances toxiques provenant de l'environnement peuvent entrer dans la colonie par différentes voies (Fig .19). Les plantes peuvent absorber des substances toxiques par l'air, l'eau ou le sol, par la suite l'abeille ramène à la ruche les polluants par le nectar ou le pollen. Cette source indirecte de contamination est la plus importante du point de vue de la qualité du miel (Air Rhône-Alpes, 2015). Il ya d'autres sources directes de contamination qui peuvent se produire par pulvérisation foliaire ou en enrobage de semences. Ces substances ont la particularité de pouvoir circuler dans le système vasculaire de la plante ainsi de pouvoir migrer dans tous les tissus.

Pour cela on peut retrouver les pesticides systémiques dans le nectar ou le pollen produit par la plante alors que seule la graine a été au départ enrobée avec le pesticide (Jean, 2013 ; Coulon, 2017).

Trois voies différentes d'intoxication ont été invoquées par plusieurs auteurs (Hafsaoui et Tahraoui, 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.

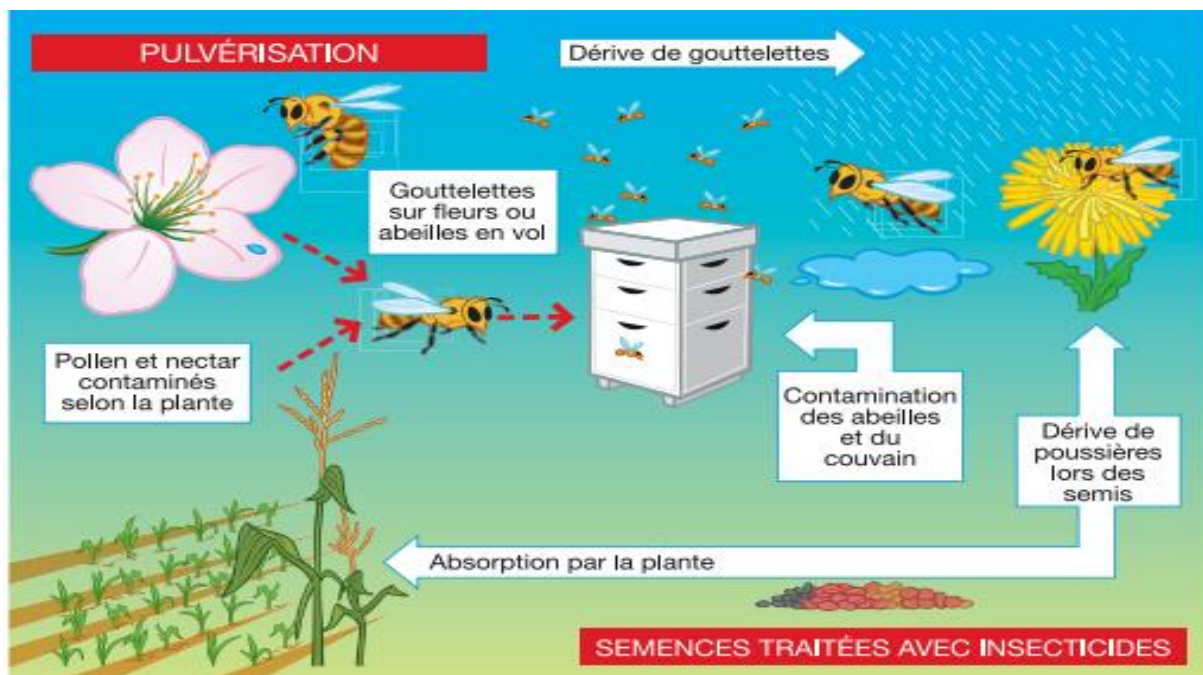


Figure 19: Les voies d'exposition des pollinisateurs aux pesticides (Jean, 2013).

2.2. Méthodes d'évaluation de la toxicité des pesticides chez les abeilles

L'évaluation de la toxicité s'appuie sur des études qualitatives (non mesurables) ou quantitatives (mesurables) adéquates.

Selon Mackowiak (2009), il existe une grande variété de tests réalisables qui dépendent de plusieurs paramètres :

- le type de toxicité étudié : toxicité létale ou sublétale.
- les conditions de réalisation : laboratoire (cagette), conditions semi-naturelles (tunnel) ou naturelles (plein champ).
- la durée d'exposition : aiguë (administration d'une dose unique), sub-chronique (Administration répétée sur moins de 60 jours), chronique (plus de 60 jours).

2.2. 1. Toxicité aiguë

La toxicité aiguë résulte d'une exposition de courte durée suite à une absorption rapide du produit toxique, se manifestant immédiatement ou dans les quelques heures qui suivent une exposition importante (Bettiche, 2016 ; Bensakhria, 2018).

Jean (2013), a montré qu'après cette intoxication l'abeille meurt rapidement à la suite de l'ingestion de l'insecticide ou de contact direct avec ce dernier. Rafalimanana (2003), a montré que cette étude est effectuée au niveau du laboratoire qui constitue la base du schéma d'évaluation des risques toxicologiques pour déterminer la DL50 qui se définit comme la quantité de substance pour laquelle 50% des individus meurent après une exposition unique. Cette valeur généralement déterminée après 24h ou 48h, permet de classer les substances selon leur toxicité et traduit l'impact à court terme d'une seule exposition (Charpentier, 2013).

Chahbar et *al* (2011), ont eu recours lors de leurs études sur l'effet d'insecticide (Thiametoxam) sur l'abeille saharienne à une démarche du test de toxicité aiguë qui a été décrite comme suite :

Le principe consiste à prélever les abeilles directement de la colonie, la veille de l'essai, puis sont immédiatement soumises à une brève anesthésie par diffusion de dioxyde de carbone à faible débit, afin d'éviter une baisse importante de la température au sein des boîtes de prélèvement ou de contention. L'utilisation du dioxyde de carbone doit être limitée au minimum, mais l'anesthésie doit être totale. L'anesthésie permet d'immobiliser les abeilles afin de les répartir dans les cagettes de contention de type Painà raison de 20 individus par cagette. Chaque modalité de traitement est composée de trois cagettes d'abeilles. Chaque lot d'abeille est nourri de solution de saccharose avec des doses croissantes de substances

actives. Pendant toute la durée de l'étude, les abeilles sont placées à l'obscurité dans une enceinte climatisée à 25 ± 2 °C avec une humidité relative d'environ 60 %. Lorsque les abeilles ont terminé l'ingestion de leur solution, elles sont réalimentées avec du candi et de l'eau pure. Les essais sont répétés trois fois en changeant chaque fois les abeilles et les solutions de produit à tester.

2.2.2. Toxicité chronique

D'après Mamane (2015), la toxicité chronique est une exposition prolongée à de petites quantités de substances et à leur accumulation dans l'organisme. Ces doses ne causent pas la mort à brève échéance mais peuvent entraîner divers symptômes affectant la viabilité de l'abeille et le fonctionnement de toute la colonie (Air Rhône-Alpes, 2015).

Charpentier (2013), a noté que les abeilles sont rarement exposées à une dose forte unique de substance toxique au cours de leur vie. La plupart du temps, elles sont soumises de façon chronique à de faibles doses de substances dont les effets toxiques peuvent être létaux ou sub-létaux. C'est pourquoi pour reproduire ces conditions, des méthodes d'étude de toxicité chronique ont été développées.

Pour les études des effets chroniques et sub-létaux, il existe une grande diversité dans les protocoles utilisés. Suite à la non harmonisation du protocole d'essai approprié au test l'EFSA a publié un guide de recommandations à l'échelle européenne, qui propose les protocoles à suivre ainsi que les limites existantes. En effet, pour l'étude de la toxicité chronique il n'existe pas de protocole faisant consensus. L'absence de protocole d'étude standardisé complique l'interprétation des différents résultats, rendant difficiles et voire impossibles les comparaisons (Ivert, 2016).

Parmi les outils expérimentaux pour l'évaluation de la toxicité, Rivière (2006), cite différents types d'essai menés, au laboratoire, en conditions semi naturelles (sous -tunnel) et en plein champs.

2.2.2.1. Essais menés au laboratoire

L'étude de la toxicité chronique se réalise sur des abeilles issues d'une même colonie qui viennent d'émerger du couvain (Ivert, 2016). Les abeilles doivent être gardées à l'obscurité (hors période d'observation) dans des conditions climatiques contrôlées, à une température de 33°C, avec des déviations maximales de ± 2 °C et une humidité relative de 50-

70 %. Les déviations de courte durée (≤ 2 heures par jour) par rapport aux conditions d'essai recommandées sont inévitables et ne devraient pas affecter l'intégrité et le résultat de l'essai. La température et l'humidité doivent être enregistrées en continu au moyen d'un matériel approprié et étalonné (OCDE, 2017). Lors du test les abeilles sont nourries avec une solution sucrée donnée *ad libitum* avec une concentration connue en pesticide. La quantité consommée est mesurée. La mortalité est régulièrement contrôlée pendant 10 jours (Ivert, 2016). La durée de l'étude doit se faire selon l'exigence de phénomène étudié.

Laramée (2007), a indiqué que grâce à la relation dose-effet, les chercheurs peuvent identifier des seuils de toxicité (doses limites qui provoquent des effets néfastes chez le sujet). Dans ce sens, Rivière (2006), mentionne que la toxicité peut être quantifiée par plusieurs valeurs :

- **la CE50 (Concentration Effective 50)**: dose qui induit 50% d'effet ; si cet effet est une mortalité, la CE50 devient une DL50, dose létale 50.

- **la LOEC (Lowest Observed Effect Concentration)** : c'est la plus basse concentration avec effet.

- **la NOEC (No Observed Effect Concentration)**: c'est la plus forte concentration sans effet.

D'après Laramée (2007), ces données permettent de comprendre certains aspects de la dynamique d'action du produit toxique.

Dans ce contexte les recherches se déroulent essentiellement en laboratoire, et de nombreux éléments peuvent être pris en compte : les critères d'évaluation sont biochimiques, physiologiques ou comportementaux. Par exemple on peut étudier l'activité cholinestérasique, le bon développement du couvain, l'espérance de vie, la locomotion, les capacités de navigation et d'orientation, le comportement alimentaire ou encore les capacités d'apprentissage (Ivert, 2016).

2.2.2.1.1. Exemple d'évaluation comportementale dans laboratoire

Après la réalisation du protocole au laboratoire (citer au-dessus) viendra l'étape de l'évaluation. D'après OCDE (2017), la mortalité doit être relevée chaque jour à peu près à la même heure (toutes les 24 ± 2 h), le premier relevé ayant lieu 24 ± 2 heures après le début de l'essai (premier apport de solution nutritive). De plus, les comportements anormaux doivent

être notés chaque jour en même temps que les évaluations de la mortalité. Les comportements anormaux doivent être observés quantitativement en fonction des catégories suivantes :

- a) **Moribond (m)**: les abeilles n'arrivent pas à marcher et ne bougent que très faiblement leurs pattes et antennes ; elles ne réagissent que faiblement à des stimulations telles que de la lumière ou un souffle d'air ; elles peuvent se rétablir, mais meurent le plus souvent.
- b) **Perturbé (p)** : les abeilles se tiennent sur leurs pattes et essayent de marcher mais montrent des signes de coordination réduite, hyperactivité, agressivité, intensification du comportement de nettoyage corporel , rotations et tremblements.
- c) **Crampes (c)** : les abeilles contractent l'abdomen ou tout le corps.
- d) **Apathie (ap)** : les abeilles ne réagissent que faiblement ou avec retard à des stimulations telles que de la lumière ou un souffle d'air ; les abeilles sont immobiles dans l'unité.
- e) **Vomissements (v)**.

2.2.2.2. Essais menés en semi champ et en plein champ

Selon Ivert (2016), la réalisation des études semi champ et plein champ pourrait permettre de mieux caractériser l'exposition des abeilles et autres pollinisateurs. Les études semi-liberté sont réalisées dans un vaste espace sous serre ou sous tunnel. Par ailleurs, les études en plein champ ont pour objectif de mentionner les effets des pesticides dans des conditions se rapprochant le plus possible des situations naturelles.

Deux types d'évaluation peuvent être utilisés dans les études en plein champ :

- Evaluations primaires : mortalité des butineuses, force de la colonie (nombre d'individus).
- Evaluations secondaires : effets comportementaux, c'est-à-dire comportement de butinage, capacité de retour à la colonie ou encore comportement des gardiennes à l'entrée de la ruche.

Cependant, le diagnostic des cas d'intoxication reste une tâche complexe, rarement accomplie avec succès sur terrain.

2.2.2.2.1. Exemple d'étude en pleins champs

L'étude en plein champs utilise le critère de communication bien connu chez l'abeille. Dans ce sens Tirado et al (2013), rapportent que les abeilles domestiques utilisent les repères visuels pour se diriger vers une source d'alimentation et pour indiquer avec précision au reste de la colonie, la distance à suivre et la direction à prendre pour s'y rendre. Les pesticides peuvent détériorer à la fois la mémorisation des repères visuels au cours du butinage et la communication de ces informations au reste de la colonie une fois l'abeille revient à la ruche.

Selon Charpentier (2013), ces effets peuvent être mis en évidence au laboratoire mais également en conditions naturelles grâce à la mise en œuvre de nouvelles technologies comme le compteur à abeille, le vol de retour des butineuses marquées avec des puces RFID (Radio Frequency Identification) : ce sont des micro puces qui ont été collées sur le thorax des abeilles, de façon à ce que celles-ci soient individuellement identifiées à chacune de leur entrée ou sortie de la ruche grâce à une série de capteurs électroniques (Decourty, 2016).

Ivert (2016), confirme que l'orientation fait appel à plusieurs capacités : les sens doivent être intègres pour que l'abeille puisse se situer dans l'environnement à l'aide de repères visuels et olfactifs, la mémorisation est indispensable pour qu'elle retrouve les sources de nourriture et l'emplacement de la ruche et bien sur la locomotion doit être fonctionnelle pour assurer le vol. L'observation des effets des pesticides sur l'orientation représente donc une somme d'effets toxiques sur plusieurs systèmes de l'abeille.

Selon Fourier (2016), la méthode d'étude des problèmes comportementaux à l'origine du non-retour à la ruche des butineuses faite selon les chercheurs par capture de butineuse et le marquage avec des puces RFID puis suivre deux phases suivantes (Fig.20).

- Première phase de validation de test

Après une heure de l'exposition orale, à la dose sub-létale de 1 ng du thiaméthoxame (insecticide) par abeille. Les abeilles sont ensuite relâchées à 1Km de leurs colonies.

-Seconde phase de validation de test

Etude de l'effet de trois doses sub-létales de thiaméthoxame (0,1; 0,3 et 1 ng par abeille) et détermination d'une dose sans effet observable (NOED) sur le succès de retour.

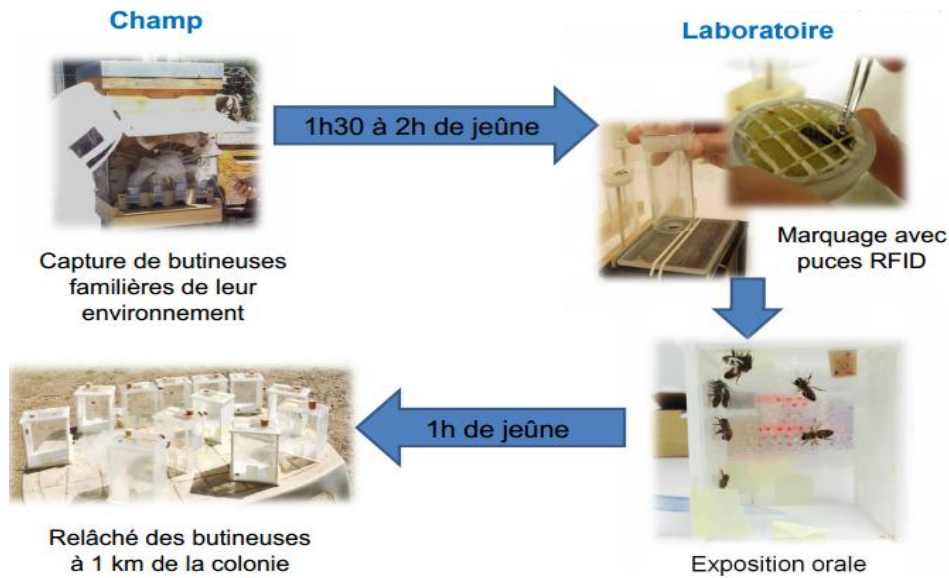


Figure 20: Déroulement de test de retour des butineuses à la ruche (Fourrier, 2016).

2.3. Action des pesticides sur l'altération des fonctions vitales chez l'abeille

Les principales intoxications des abeilles sont causées par les traitements phytosanitaires, lors de leur épandage ou pulvérisation sur les cultures affectées par les bio agresseurs. Le danger est particulièrement présent lorsque ces produits sont utilisés pendant la miellée, c'est à dire pendant la saison de floraison. L'utilisation de poudres est plus dangereuse que les liquides car les poudres adhérentes aux poils de l'abeille qui les amène à la ruche avec le pollen. L'action peut être aussi indirecte avec l'utilisation d'herbicide qui fait disparaître de nombreuses plantes mellifères à proximité de la ruche (Anonyme 2007).

Tasei (1996), souligne qu'il est évident que les effets des intoxications des mellifères seront, en fonction de la matière active, tantôt immédiats, tantôt différés. Par ailleurs Charrière et al(2006) rapportent que l'intoxication aiguë et chronique ont des symptômes différents. Si l'effet est immédiat, les symptômes sont les suivants :

- Mortalité importante et subite, les abeilles adultes devant la ruche ou à l'intérieur de la colonie.
- Une chute brutale de la population sans mortalité apparente devant la ruche peut également survenir.
- L'ensemble des colonies du rucher sont atteintes et souvent les ruchers environnants. Les colonies fortes sont généralement plus fortement atteintes.

- Les abeilles traînant au sol, paralysées, incapables de voler, abeilles agressives ou affolées, la colonie peu propre. Le rapport, couvain / abeilles est déséquilibré avec couvain refroidi par manque de soins, régurgitation du contenu du jabot (exposition à un insecticide organophosphoré).

Selon Charpentier (2013), la toxicité d'une substance si elle ne provoque pas la mort de l'individu, peut entraîner des effets délétères plus discrets qualifiés de sub-létaux. Il s'agit d'altérations de la physiologie ou du comportement des abeilles qui diminuent leurs vitalités ou affectent leurs activités au sein de la colonie. Les effets d'une substance toxique sur un organisme peuvent être multiples et dépendants ou indépendants de leur mode d'action primaire. C'est pourquoi il est souvent difficile de pronostiquer quelle fonction de l'organisme sera affectée au cours ou à la suite d'une exposition.

Selon Charrière et *al* (2006), les intoxications chroniques sont plus difficiles à diagnostiquer et peuvent être confondues avec les manifestations sanitaires suivantes :

- Affaiblissement progressif des colonies sans mortalité visible.
- Déséquilibre du rapport couvain / abeilles.
- Manque de dynamisme des colonies avec baisse du rendement (critère très subjectif).
- Grand nombre de larves ou pupes sur la planche de vol ou pupes avec malformations (insecticide régulateur de croissance d'insectes).

Pour certains produits, d'autres symptômes d'intoxications ont été identifiés expérimentalement pour des doses dites sub-létales, il s'agit d'altération des fonctions cognitives. Ces dernières sont mises en jeu dans la réalisation de tâches importantes pour la colonie comme le butinage (Charpentier, 2013).

Il a été rapporté par Anses (2015), que l'utilisation des pesticides en particulier d'imidaclopride (insecticide) cause des troubles du comportement et de l'apprentissage. Lors de l'exposition des abeilles à ce pesticide le fonctionnement des cellules des cors pédonculés (cellules de kenyon) pourrait être affecté. Ces cellules, qui représentent 40% des cellules du cerveau de l'abeille, sont le lieu d'intégration des informations multi-sensorielles qui parviennent au cerveau, ainsi que des processus d'apprentissage et de mémoire.

L'étude de tirado et *al* (2013), ils ont été démontrés que la deltaméthrine (pyréthrianoïde), appliquée localement à des doses sub-létales, altère les capacités des butineuses à regagner leur ruche. Les butineuses exposées sont moins nombreuses à retrouver le chemin de la ruche.

D'autres fonctions physiologiques impliquées dans la survie ou la défense de l'individu peuvent être affectées par l'effet des pesticides (Charpentier, 2013).

Colon (2017), a montré qu'aux moments où les abeilles s'exposent au pesticide, ce dernier pouvait avoir un effet direct sur certains composés du système immunitaire, aussi sur les défenses physiques ou les comportements empêchant les contagions chez les abeilles.

D'après Ivert (2016), les fonctions de reproduction de la reine et des faux-bourçons ainsi que la croissance de la colonie sont affectées par les néonicotinoïdes : le thiaclopride, l'imidaclopride et le thiaméthoxame diminuent la production d'œufs, l'éclosion de larves et le taux de croissance de la colonie.

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. Elle serait même essentielle à la survie de l'être humain en assurant la pérennité de toute la filière apicole, en garantissant les rendements de certaines cultures ainsi qu'en participant au maintien de la biodiversité. Ses caractéristiques biologiques et les échanges avec le milieu extérieur rendent cette espèce très sensible à l'éventuelle intoxication d'origine environnementale.

Se basant sur une recherche bibliographique complétée par de nombreuses expériences vécues par les scientifiques et les professionnels, nous déduisons que l'ensemble s'accordent à déduire que l'effondrement des colonies d'abeilles est d'origines multifactorielles. Les principaux facteurs affectant la santé des abeilles sont les maladies, les parasites dont principalement le varroa, le manque de ressources nectarifères, le dérèglement du climat, la mauvaise pratique agricole, mais également les lacunes dans les pratiques apicoles. Cependant il semble de plus en plus évident que la première cause provient de l'utilisation massive des pesticides. Ces derniers affectent négativement les abeilles et entraînant des effets létaux ou sub-létaux. Des tests de toxicité des pesticides ont bien mis en évidence l'altération de nombreuses fonctions physiologiques telles que, la reproduction, le système nerveux et le développement ou cognitive (la mémorisation et l'orientation) ceci risque de diminuer les vitalités des abeilles en affectant leur activité au sein de la colonie.

Malgré l'effort scientifique consenti dans le domaine de l'écotoxicologie des polluants, la recherche est loin d'avoir fait un bilan complet de l'impact des pesticides sur les écosystèmes en générale et les abeilles en particulier. L'ensemble des travaux publiés dans ce contexte, nous apportent à chaque fois de nouveaux éléments, susceptibles de modifier nos opinions sur la toxicité réelle des pesticides.

A l'instar des autres régions d'Algérie, celle de Bouira utilise massivement les pesticides pour assurer une production abondante, régulière et de qualité, mais en contrepartie cela affecte négativement les auxiliaires des cultures notamment les abeilles. Selon l'analyse préliminaire des données recueillies dans différentes communes de la région concernant l'apiculture, il convient de dire que la région présente un potentiel apicole prometteur. En effet Lakhdaria et Ain Bessem semblent, selon les données recueillies être les communes les

Conclusion

plus actives dans le domaine apicole. Ces zones présentent des conditions favorables pour le développement de l'apiculture par leur situation géographique et la diversité floristique de leurs paysages. Cependant, Le cheptel apicole de Bouira, se trouve dans une situation où il est nécessaire de prendre des mesures durables par le renforcement de moyens humains et matériels de qualité pour assurer sa pérennité et son développement.

En fin quelques segments de recherche se dessinent donnant la présente et modeste étude. D'abord, il serait intéressant de mieux comprendre les stratégies utilisées par les apiculteurs et déterminer les stressseurs environnementaux pour hiérarchiser la problématique de l'apiculture et les facteurs affectant l'abeille dans son milieu au niveau de la région de Bouira.

Il serait donc nécessaire à l'avenir de procéder à une étude plus exhaustive dans le but de:

- Approfondir le recueil d'informations sur les pratiques apicoles, les pathologies et les traitements utilisés dans la région en générale.
- Effectuer des études toxicologiques sur les pesticides qui permettent de dévoiler leurs effets sur l'intégrité biologique de l'abeille.
- S'intéresser à l'amélioration des pratiques et règlements agricoles qui devraient porter plus sur l'éducation et la vulgarisation
- Réaliser une enquête durant une année tout en organisant des journées de sensibilisation sur les effets des pesticides et techniques apicoles modernes.

*Références
Bibliographiques*

Abersi D, Henna K, Rahem A (2016). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de certains miels locaux et importés. Master En vue d'obtention de diplôme en Alimentaire Humaine et qualité des produits, Université Mouloud Mammeri, 60 p.

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.

Adjlane N, Doumandji S E, Haddad, N (2012). Situation de l'apiculture en Algérie: facteurs menaçant la survie des colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa*. Cahiers Agricultures, Université M'Hamed Bougara Département de biologie .21(4) : 235-241.

Air Rhône-Alpes (2015). Exposition des abeilles aux polluants atmosphériques- Mesures dans l'agglomération de Lyon. 51p.

Alexis D (2015). Le Tao du Pollen et L'Art des aiguilles et du Feu. Mémoire de fin d'études, Centre Imhotep, 77 p.

Amari H, Tadjouri F (2018). Contribution à l'étude de la dynamique de la présence des faux bourdons de l'abeille locale *Apis Mellifera Intermissa* durant la période de reproduction. Mémoire de Fin de Cycle en vue de l'obtention du diplôme Master en Biologie Animale, Université A. MIRA – Bejaia, 37p.

Amigou M (2016). Les résidus de médicaments vétérinaires et de pesticides dans les produits apicoles alimentaires (Miel, pollen, Gelée royal et propolis). Thèse en Doctorat Vétérinaire, École nationale vétérinaire D'Alfort, 149p.

Amirat A (2014). Contribution à l'analyse physicochimique et pollinique du miel de *Thymus Algériens* de la région de Tlemcen. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de en Science des aliments, Université Abou-Bekr Belkaid –Tlemcen, 60p.

Anonyme (2007). L'apiculture en Polynésie Française Ministère De L'Agriculture, De l'Elevage et du fort service du Développement Rural Département Del, Ministère de l'Agriculture de L'Élevage et des forêt services du développement rural département Del ,73p.

Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (2015). Co-expositin des abeilles aux facteurs de stress, Rapport d'expertise collective, Saisine n° 2012-SA-0176.

Awatef B (2011). Etude sur les pesticides, Master 2 en éco toxicologie appliqué, Université de Tbesa, Algérie, 3 p.

Ayad-Mokhtari N (2012). Identification et dosage des Pesticides dans l'Agriculture et les problèmes d'Environnement liés. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme master en chimie organique, Laboratoire de synthèse Organique appliquée (LSOA) .Université Oran, 85p.

Ayme A (2014). Synthèse des connaissances sur l'apiculture réunionnaise et enjeux pour la Filière. Thèse de Docteur Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, Université Abou Beker Belkaid Tlemcen, 147 p.

Badren 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, 26 p.

Barrou C (2012). Analyse de la Biodiversité des Populations d'Abeilles Mellifères *Apis mellifera intermissa* (Buttel-Reepen, 1906) (Hymenoptera : Apidea) dans le Nord Algérien : Morphométrie Moderne Basée sur la Configuration des Points- Repères (Landmarks). Thèse Doctorat En Biologie , Université de Annaba, Algérie, 298 p.

Batsch D (2011). L'impact des pesticides sur la santé humaine. Thèse de doctorat en pharmacie. Université Henri Poincare - Nancy 1, France, 165p.

Behidj K (2011). La compétitivité de la filière apicole algérienne – cas de la région centre (Wilaya d'Alger, Blida et Boumerdes). Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El-Harrach .Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de Mgister en Sciences Agronomiques Option: Développement rural, 73p.

Behidj K (2012). La compétitivité de la filière apicole algérienne – cas de la région centre (Wilaya d'Alger, Blida et Boumerdes) .Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El-Harrach, 37p.

Benachour K., 2008- Diversité et activité pollinisatrice des abeilles (Hymenoptera:Apoidea) sur les plantes cultivées. Thèse. Doctorat en Sciences en Entomologie Appliquée, Université Mentouri, Constantine, 151p.

- Benahcene S (2016).** Etude comparative de la diversité floristique de trois stations de Beni Snous (W. Tlemcen) et estimation de qualité de miel. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Ecologie et Environnement Pathologie des écosystèmes. Université Abou Beker Belkaid Tlemcen, 67 p.
- Bensakhria A (2018).** Toxicité Aiguë. Citation Universidad Católica San Antonio de Murcia 28: 21p
- Berkani Ghalem Z (2012).** Étude de quelques caractères transmis par les reines d'abeilles de race locale *Apis mellifera intermissa* sur trois générations. Thèse Doctorat en Sciences Agronomiques, 143 p.
- Berkani M L (2007) .** Etude des paramètres de développement de l'Apiculture Algérienne. Thèse de doctorat, INA El-Harrach Alger, 233p.
- Berkani M L (2008).** Etude des paramètres de développement de l'apiculture Algérienne .Thèse Doctorat en science Agronomique, Institut Nationale Agronomique Alger, 270 p.
- Berkani M L , Ghalem Z , Benyoucef M T (2005).** Contribution à l'étude de l'homogénéité de la race locale «*apis mellifera intermissa*» dans les différentes régions du nord de l'Algérie. l'Institut National Agronomique. El-Harrech . Vo126. N° 1 CI 2.
- Betayene D (2008) .** Manuel de Formation Apicole. Apiculteur Responsable du Projet de Professionnalisation de la Filière Apicole Centre pour l'Environnement et le Développement, 44p.
- Bettiche F (2017).** Usages des produits phytosanitaires dans les cultures sous serres des Ziban (Algérie) et évaluation des conséquences environnementales possibles. Thèse Doctorat en Sciences Agronomiques, Université Mohamed Kheider-Biskra, 244p.
- Biri M (2011).** Tout savoir sur l'abeille et l'apiculture. 7e édition : 302p.
- Biri M (1976).** L'élevage moderne des abeilles. Ed. vecchi S.A Paris ,321p.
- Boatman N D, Parry H R, Bishop and D J, Andrew cuthbertson GS (2014).** Impacts of Agricultural Change on Farmland Biodiversity in the UK. Environmental science and Technology
- Boland J, Koomen I, van Lidth de Jeude J, Oudejans J (2004).** Les pesticides: composition, utilisation et risques. Wageningen: Agrodok. 124P.
- Bonnefoy N (2012).** Les pesticides et leur impact sur la santé et l'environnement.42:348 p.

- Bonvallot N (2014).** Application de la métabiologie à l'étude du lien entre les expositions environnementales aux pesticides pendant la grossesse et le développement de l'enfant: approches épidémiologique et toxicologique. Thèse Ecole Doctorale: SEVAB, Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries, 23p.
- Bouali K, Raza S (2019).** Evaluation des pratiques apicoles dans la wilaya de Bouira. Mémoire de Fin de Cycle En vue de l'obtention du diplôme Master en Production et Nutrition Animal, Université de Bouira , 47 p.
- Bouchon C, Lemoine S (2003).** Marine Niveau de contamination par les pesticides des chaînes trophiques des milieux marins côtiers de la Guadeloupe et recherche de biomarqueurs de génotoxicité. Université des Antilles et de la Guyane laboratoire de biologie. 70p
- 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.
- Bouguettouf R G (2016).** Les pratiques apicoles et l'évaluation de la gestion sanitaire. Thèse Doctorat en Vétérinaire, Université Saad Dahlab Blida, 51 p.
- Bourg S P (2006).** Abeille et insecticides phytosanitaires .Thèse pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire diplôme d'état, 111p.
- Bourke A F (1988).** Worker reproduction in the higher eusocial Hymenoptera. The Quarterly Review of Biology, 63(3) : 291-311 .
- Boussoubel A (2010).** Effet d'une phéromone de couvain sur le comportement des abeilles ouvrières locales (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*). Mémoire de Magister en Science de la Nature, Université Houari Boumediene, 27p.
- Buttel Reepen H (1906).** Apistica. beitrage zur systematic biologie, sowie zur geschichtlichen und geographischen verbreitung der honigbiene (*Apis mellifera l.*), ihrer varietäten und der übrigen Apis-arten. Veroff . Muséum. Berlin. Zoology , 201p.
- Calvet R (2005).** Les pesticides dans le sol: conséquences agronomiques et environnementales. France agricole éditions. 637p.
- 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.

Chahbar N, Belzunces E L , Doumandji S (2011). Effet d'un insecticide utilisé en protection des végétaux : Thiametoxam sur l'abeille saharienne. Algerian Journal of Arid Environment "AJAE",1(2). University M'Hamed Bougara of Boumerdes, 21p.

Charpentier G (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. Thèse doctorat, université de Toulouse, 181p.

Charrière J D , Hurst J , Imdorf A , Fluri P (2006). Intoxications d'abeilles. Station Federale de recherche laitière, Centre de recherche Apicole. In *ALP Forum, Berne*, 39p.

Chiron J, Hattenberger A M (2008). Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles. University of Nebraska – Lincoln . Entomology papers from other sources, 154p.

Clemence H (2005) .Le miel : de la source à la thérapeutique. Thèse Doctorat en pharmacie, université Henri Poincaré - Nancy, France, 17 p.

Coulon M (2017). Rôle des interactions virus/pesticides dans le déclin des abeilles .Sciences agricoles. Université d'Avignon, 267p.

Cousin L (2014). L'abeille et le conseil à l'officine. Thèse doctorat en Pharmacie, Université de Poitiers, 80p.

Daraiaia R (2016). Caractérisation physico-chimique et appellation botanique des miels Algériens (Cas des ruches langstroth). Thèse Doctorat en Sciences En Biochimie, Université Bardj Badji Mokhtar , 279 p.

Debuyscher 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.

Dechaume-Moncharmont F, X (2003). Butinage collectif chez l'abeille *Apis mellifera* L. : Etude théorique et expérimentale. Thèse de Doctorat de l'Université Paris VI .École doctorale Diversité du Vivant, 308 p.

Decourtye A , Cerrutti N , Bretagnolle V , Odoux J F , Aupinel P , Henry M (2016). Effets des pesticides sur le vol de retour des butineuses à la ruche: une épopée scientifique motivée par la controverse. Innovations Agronomiques,26p.

Di Pasquale G (2014). Influence del'alimentation pollinique sur la santé de l'abeille domestique, *Apis mellifera* .Thèse Doctorat en Vétérinaire, Ecole Doctorale 536 « Agro-sciences et Sciences » ,147p.

Duran B (2010). Les abeilles, la planète et le citoyen : comprendre le déclin des pollinisateurs, agir pour la biodiversité. Rue de l'échiquier. Rue de l'échiquier.

Eckhardt M, Haider M, Dorn S, Müller A (2014). Pollen mixing in pollen generalist solitary bees: a possible strategy to complement or mitigate unfavourable pollen properties?. *Journal of Animal Ecology* 83(3) :588–597.

Errami M (2012). Devenir atmosphérique de bupirimate et transfert de ses métabolites (les diazines) 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.

Fitter A H (2002). Rapid Changes in Flowering Time in British Plants. *Science* 296 : 1689-1691

Fourrier J, Monchanin C, Dubuisson L (2016). Du développement à la validation d’une méthode mesurant les effets d’un pesticide sur le vol de retour à la ruche chez l’abeille domestique« risques émergents et pesticides. 5es Rencontres scientifiques de l’Anses Santé des abeilles.

Ginon G (2004) . Rapport de la commission au conseil et au département européen sur les productions Apicoles. Edit. APISEC, 10-12 p.

Gouras M (2019). La production apicole dans La wilaya de Bouira. Mémoire de fin d’études en vue de l’obtention du diplôme de master domaine en Agronomiques production et nitration animale, Université de Bouira , 433p.

Haccour P (1960). Recherche sur la race d’abeille saharienne au Maroc. CR. Soc. Sci. Nat. Phys. Extrait de *La Belgique Apicole*, 25: 13–18.

Hacene F (2017) . Détermination épigénétique chez les abeilles (*Apis mellifica intermissa*). .Mémoire de fin d’étude .Master en vue de l’obtention du diplôme Master en Génétique et Reproduction Animale, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 42 p.

Hafsaoui K ,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, 48 p.

Hafsaoui K ,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.

Haubruge É, Nguyen BK, Widart J, Thomé JP, 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 : 3-21.

Helander M, Saloniemi I, Saikkonen K (2012). Glyphosate in northern ecosystems. Trends in Plant Science. 17:569-574.

Heyndrick M , Vandemeulebroecke K , Hoste B , Janssen P , Kersters K , De Vos P , Logan N A , Ali N , Berkeley R C (1996) . Reclassification of *Paenibacillus* (formerly

Isenring R (2010). Les pesticides et la perte de biodiversité. Comment l'usage intensif des pesticides affecte la faune et la flore sauvage et la diversité des espèces. Pesticides Action Network Europe. Web: www.pan-europe.info. 28p.

Ivert M (2016). Toxicité des Néonicotinoïde chez l'abeille domestique, Thèse en Docteur Vétérinaire. Université Claude-Bernard- Lyon I, 84p.

Jarrige C (2014). Le syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles: «Si l'abeille disparaissait de la surface du globe, l'homme n'aurait plus que quatre années à vivre» A.Einstein.

Jean C (2013). Protégeons les abeilles des applications de pesticides. Édition Centre de recherche en sciences animales de Deschambault 120, chemin du Roy Deschambault (Québec) G0A 1S0.7p.

Jesse Uneke C (2007). Integrated pest management for developing countries: A systemic Overview. Nova Science Pub Inc; UK, 2005 p.

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.

Jones J, Myerscough M, Graham S, Oldroyd B.P (2004). Honey bee nest thermoregulation: Diversity promotes stability. Science 305, (5682), 402-404.

Kairo G (2016). Effets des stressés environnementaux sur la reproduction de l'abeille domestique (*Apis mellifera L.*): action par une exposition des mâles. Thèse doctorat . Université d'Avignon, 158p.

Karlson P , Luscher M (1959) . Pheromones: a New Term for a Class of Biologically Active Substances. Nature No183 : 56p.

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.

- Ksouri C (2019)**. Enquête sur l'apiculture dans la région des Ziban, Memoir Master en Sciences Agronomiques production et nutrition animale ,Université Mohamed Khider de Biskra, 67 p.
- Laramée S (2007)**. L'abeille domestique comme bio-indicateur exotoxicologique de polluants : le cas de l'insecticide Imadaclopride. En vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.), Université de Sherbrooke Québec, Canada, 74p.
- Lequet L (2010)**. Du nectar a un miel de qualité : contrôles analytique du miel et conseils pratiques a l'intention de l'apiculture amateur. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard, Lyon. 194 p.
- Leven L V, Boot W J , Mutsaers M , Segeren P , Velthuis H (2005)** . L'apiculture dans les zones apicoles. Série Agrodok No. 32 : 9p.
- Louri B , Bouchetta N (2017)**.Etude des pratiques de l'élevage apicole et du péril menaçant la survie des abeilles dans la région centre nord de l'Algérie.Projet de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Docteur Vétérinaire, Université Saad Dahlab- Blida I, 34 p.
- Maacha F (2015)**. La valorisation de la ressource territoriale: Cas de la filière apicole dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Economiques , Université Mouloud Mammeri, 116 p.
- Mackowiak C (2009)**. Le déclin de l'abeille domestique, *Apis mellifera* en France. Thèse doctorat en Pharmacie. Université Henri-Poincare - Nnacy, 155 p.
- Maisonnasse A (2010)**. Communication chimique et régulations sociales dans la colonie d'abeilles (*Apis mellifera L.*) .Thèse Doctorat en Science de la vie, Université D'Avignon, 130p.
- Mallick A (2013)**.Action sanitaire en production apicole: gestion de la varroose face à l'apparition de résistance aux traitements chez varroa destructo. Thèse Doctorat en Vétérinaire, Université Claude-Bernard Université- LYON I ,164 p.
- Mamane A (2015)**. Effets sanitaires aigus de l'exposition aux pesticides en milieu rural: étude: étude dans un pays du sud: PhytoNiger. Thèse de Doctorat , Université de Bordeaux, 473p.
- Maréchal P (2014)**. Les abeilles comme vous ne les avez jamais. Edition France Agricole ,223 p.
- Maurey H (2017)**. La lutte contre *le déclin des pollinisateurs*N° 474.6-10P.

- Mekious S (2006).** Contribution à l'étude de la flore mellifère dans la région de la Mitidja. Mémoire de magister en Science Agronomique, Université de Blida, 107 p.
- 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.
- Merabti A (2015).** Implantation d'un rucher au niveau de l'exploitation agricole de l'université d'Ouargela. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme master Académique, Université d'Ouargela, 41p.
- 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.
- 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.
- Moreau A (2014).** Vivacité de la question du déclin des abeilles sauvages: étude de la médiation par l'exposition et analyse des contributions d'acteurs lors de sa conception. Le cas du projet européen UrbanBees. Thèse de l'université de Lyon délivrée par l'université Claude Bernard Lyon et l'école doctorale 485 EPIC - Éducation, Psychologie, Information et Communication, 389p.
- Morse R A , Calderone N W (2000).** The value of honey bees as pollinators of US crops in 2000. Bee Cult 128 : 1–15.
- Moussaoui K M, Boussahel R, Tchoulak Y, Haouchine O, Benmami M, Dalachi N (2001).** Utilisation, évaluation et impact des pesticides en Algérie. Laboratoire " Sciences et Techniques de l'Environnement, département de génie de l'environnement, Ecole nationale polytechnique, Alger, 31p.
- Nair S (2014).** Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels algériens. Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Biologie. Université d'Oran, 202 p.
- Nebig Mena S, Hamdache D (2019).** Enquête sur l'étude de l'utilisation et de la commercialisation des produits phytosanitaires dans la région de Bouira. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme master en Protection des Végétaux, 39 p.

OECD/OCDE (2017). Ligne Directrice De L'Ocde poiyr Les essais de Produits Chimique. Abeille Domistique (*Apis Mellifera L.*), Essai de Toxicité chronique par vois orale (10 jour). 10p.

Paterson D P, Cockle A (2008). L'apiculture. Editions Quae 163 ,225 p.

Pedigo (2002). L.P. Entomology and pest management. Fourth edition. Prentice Hall. 742 p.

Pelletier N (2010). Le déclin des population d'abeilles Au Qubéc : Cause probable, impacts et recommandations, Université de Sherbrooke , 52 p.

Poulier G (2014). Etude de l'échantillonnage intégratif passif pour l'évaluation réglementaire de la qualité des milieux aquatiques: application à la contamination en pesticides et en éléments trace métalliques des bassins versants du Trec et de l'Auvézère. Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université de Limoges. Ecole doctorale Gay Lussac – Sciences pour l'Environnement, 305 p.

Prost J P, Le Contey Y (2005). Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher. *Lavoisier*, Paris, 698 p.

Rabeharifara Z P (2011). Caractérisation alimentaire des miels malgaches en vue d'une authentification: cas des miels d'eucalyptus. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master en Biochimie Appliquée à la science de L'Alimentation, Université d' Antananarivo, Madagascar, 68 p.

Rafalimanana H J (2003). Evaluation des effets d'insecticides sur deux types d'Hyménoptères auxilliaires des cultures, l'abeille domestique (*Apis mellifera L.*) et des parasitoïdes de pucerons: études de terrain à Madagascar et de laboratoire en France. Thèse Doctorat de L'Institut national agronomique Paris-Grignon ,206p.

Rahatfoul M, Cherif I (2019).Utilisation et risques des pesticides dans les périmètres de mise en valeur de la wilaya d'Adrar : cas de la région d'Aougrou. En vue de l'obtention du diplôme du Master académique en production Agro-Ecologique. Université Ahmed DRAIA, 48 p.

Rasolofoarivao H (2014). *Apis mellifera unicolor* (Latreille, 1804, Hymenoptera:Apidae) et *Varrroa destructor* (Anderson and Trueman, 2000, Acari : Varroidae) à Madagascar : diversité génétique, impact et comportement hygiénique. Thèse doctorat en science, Université d'Antananarivo Ecole Doctorale Sciences de la Vie et de l'Environnement, 144 p.

- Razafiarisera T (200).** Gestion Durable Du miel sauvage. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies, Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques Département des Eaux et Forêts, 54 p.
- Regnault-Roger C, Fabres G, Philogène 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.
- Requier F, Le Féon V (2017).** L'écologie des abeilles et ses enjeux pour l'agriculture. n°176 .30-31.
- Rey R (2012).** La disparition des abeilles (Colony Collapsus Disorder): état des lieux, analyse des causes et des conséquences. Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en pharmacie à l'Université Victor Segalen–Bordeaux 2, UFR des sciences pharmaceutiques, 115p.
- Riviere J (2006).** Les pesticides: procédures d'autorisation de mise sur le marché. Comptes rendus-académie d'agriculture de France, 92(4), 117 :26p.
- Rossant A (2011).** Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, 132 p.
- Ruttner F (1988).** Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Springer – Verlag, Berlin.292 p.
- Samson-Robert O (2014)** .Suivi d'abeilles domestiques et de pollinisateurs indigènes lors des semis de cultures traitées aux néonicotinoïdes. Maîtrise en biologie végétale Maîtrès Science, Université Laval ,117 p.
- Samuel B (2016).** Maladie des abeilles .Edition France Agricole ,432p.
- Shahrouzi R (2009).** Causes de la mortalité dans les colonies d'abeilles. Consultant international en apiculture, P.O. Box 34185-451, Qazvin-Iran, 11p.
- 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.
- Tasei J N (1996).** Impact des pesticides sur les Abeilles et les autres pollinisateurs. INRA, laboratoire de Zoologie, 86600 Lusignan. 18p.
- 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.

Testud F, Grillet J P (2007).Insecticides organophosphorés, carbamates, pyréthriinoïdes de synthèse et divers. Elsevier.24p.

Tirado R Simon G, Johnston (2013). Le déclin des abeilles–Analyse des facteurs qui mettent en péril les pollinisateurs et l’agriculture en Europe. Université d’Exeter, Royaume-Uni.Laboratoires de recherche de Greenpeace,46p.

Vidal-Naquet N(2011). Diseases of the reared honeybee *Apis Mellifera L.* Bull. Acad. Vét. France. 165 - N°4.316p.

Viel JF, Challier B, Pitard A, Pobel D (1998). Brain Cancer Mortality among. 65-70 p

Waring C, Waring A (2012).Abeilles tous savoir sur l’apiculture. Edition Française,179 p.

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.

Zaidi L . Safsaf A M (2017).Réponse éco-physiologique des *Lumbricidae* à l’effet combiné de certains pesticides utilisés dans la Vallée de la Soummam. En vue de l’obtention du diplôme de Master en Bio-ressources Animales et Biologie intégrative ,Université A. Mira, 40p.

Les sites web

-<https://www.maya.be/fr/l-apiculture-en-afrique> Consulté le 15-8-2020.

-<https://agronomie.info/fr/lapiculture-en-algerie> Consulté le 28-04-2020.

Résumé

Le travail abordé par cette étude rentre dans le cadre général de la connaissance de l'abeille en tant qu'insecte dans son milieu naturel et en tant que moyen et facteur de production de plusieurs produits de la ruche et enfin sa préservation en tant que sentinelle de l'environnement. Pour cela, nous avons présenté la production de miel dans la région de Bouira en se basant sur les données des services agricoles pour plusieurs communes, données sur le nombre de ruches et la production de miel durant les dernières années.

Les apiculteurs de la région, à l'instar de ceux du monde entier font face à une baisse significative des populations des colonies d'abeilles domestiques, et ce, depuis des années. Plusieurs facteurs pouvant expliquer ce phénomène ont été identifiés (le climat, les maladies, syndrome d'effondrement des colonies, La mauvaise pratique apicole et l'usage des pesticides), parmi ces facteurs sont principalement incriminés les pesticides qui sont à l'origine de ces pertes tragiques. Et enfin, nous avons jugé utile de faire une synthèse sur les effets des pesticides sur les fonctions vitales de l'abeille.

Mots clés : Apiculture, Production, Déclin, Pesticides.

Abstract

This study is part of a wide range of research work that falls within the general framework of the knowledge of the bee, as an insect in its natural environment and a factor of production of several products of hive and as an important preserver concerning the sentinel of the environment. In this work, the production of honey in the region of Bouira based on the data given by the agricultural services for several municipalities is presented. The data concerns the number of beehives and the production of honey during the last years.

Beekeepers in the studied regions have been facing a significant decline in the colonies of honey bee since many years. Several factors that could explain this phenomenon have been identified such as the climate, diseases, Colony collapse syndrome, bad beekeeping practices and the use of pesticides. This last and among these factors can be considered as the most harmful factor that causes these tragic losses. So, we found it useful to summarize the effects of pesticides on the vital functions of bees.

Key words: Beekeeping, Production, Decline, Pesticides.

ملخص

يندرج العمل الذي تغطيه هذه الدراسة ضمن الإطار العام لمعرفة النحل كحشرة في بيئتها الطبيعية، ثم النحلة كوسيلة وعامل إنتاج العديد من منتجات الخلية وأخيراً الحفاظ عليها كحارس للبيئة. ولهذا قمنا بعرض إنتاج العسل في منطقة البويرة بناء على البيانات المقدمة من طرف الخدمات الزراعية للعديد من البلديات، وبيانات عن عدد خلايا النحل وإنتاج العسل في السنوات الأخيرة.

يواجه النحالون في المنطقة مثل أولئك الموجودين في جميع أنحاء العالم، انخفاضاً كبيراً في أعداد مستعمرات نحل العسل وذلك لعدة سنوات. وقد تم تحديد العديد من العوامل التي قد تفسر هذه الظاهرة (المناخ والمرض ومتلازمة انهيار المستعمرة وسوء ممارسة تربية النحل واستخدام المبيدات الحشرية). ومن بين أكثر العوامل خطورة، المبيدات الحشرية التي هي السبب الجذري لهذه الخسائر المأساوية. لذلك وجدنا أنه من المفيد جداً القيام بدراسة تأثير المبيدات الحشرية على الوظائف الحيوية للنحل.

الكلمات المفتاحية: تربية النحل، الإنتاج، الانخفاض، مبيدات الحشرية.