



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure
Et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme
De Master académique en
Filière : **sciences agronomiques**
Spécialité : **Production animale**

Présenté par : **M^r CHAUCHE Abdelkader**

Thème

**Utilisation des produits naturels pour lutter contre la
loque Américaine *Paenibacillus larvae* qui infecte l'abeille
domestique *Apis mellifera intermissa***

Devant le Jury

Dr TEFIEL Hakim	Président	M.C.A	Univ-Tissemsilt
Dr. CHAHBAR Mohamed	Encadreur	M.C.A	Univ-Tissemsilt
M ^{elle} HENNI Asma	Co-encadreur	Doctorante	Univ-Tissemsilt
Dr GUENAOUI Mohamed	Examineur	M.C.B	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2021-2022.

قَالَ تَعَالَى: اَعُوذُ بِاللَّهِ مِنَ الشَّيْطَانِ الرَّجِيمِ

﴿ وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿٦٨﴾

ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ

مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٩﴾ وَاللَّهُ خَلَقَكُمْ

ثُمَّ يُنَوِّقُكُمْ وَمِنْكُمْ مَنْ يُرَدُّ إِلَىٰ أَرْذَلِ الْعُمُرِ لِكَيْ لَا يَعْلَمَ بَعْدَ عِلْمٍ شَيْئًا إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ

قَدِيرٌ ﴿٧٠﴾ النحل: ٦٨ - ٧٠

****Remerciements****



Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné force, volonté et patience tout au long de mes années universitaires.

*Je tiens tout particulièrement à exprimer ma profonde gratitude au promoteur **Dr CHAHBAR Mohamed** pour ses orientations, ses encouragements et ses conseils, tout en m'accordant une grande liberté pour exercer mon travail de recherche, tout en m'apportant son expérience indispensable. Je tiens également à remercier tous les membres de notre jury d'avoir accepté une évaluation de mon travail.*

*Je remercie également Monsieur **Dr TEFIEL Hakim** d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.*

*Je remercie aussi Monsieur **Dr GUENAOUI Mohamed** sur l'honneur qu'ils m'ont fait de m'avoir accepté d'examiner ce travail*

*Je remercie Melle **HENNI Asmaa**, Doctorante au département SNV, Pour m'avoir aidé et soutenu tout au long de ce projet.*

Les sincères remerciements vont également à tous mes amis et mes collègues qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.



Dédicaces



*Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de mes efforts :
A ceux que j'aime le plus au monde mes très chers parents,
Leurs sacrifices et leurs encouragements toute ma vie, je ne Saurais
jamais comment exprimer mes sentiments pour Avoir veillé sur mon
éducation, jamais je ne peux les Remercier assez de m'avoir donné le
meilleur.*

A Mes frères Khaled, Nasreddine et Abdellah.

A ma petite famille, ma femme et mes enfants : Sohaib et Ilef

A tous mes oncles et tantes et leurs fils

*Je dédie aussi ce travail à Melle henni
Asmaa*

A mes amis et mes collègues.

*A mes amis de la promotion 2021/2022 de la spécialité
production animale.*

*À tous ceux qui m'ont invité et encouragé à
poursuivre mes études afin d'exceller et de
briller dans la science et d'obtenir plus de
succès, mes sincères salutations parfumées à
vous.*



Tables de matières

Remerciement	
Dédicace	
Tables de matières	I
<i>Listes de figures</i>	IV
<i>Listes des tableaux</i>	VI
<i>Listes des abréviations</i>	VII
<i>Liste des annexes</i>	VIII
Introduction générale.....	1
Partie bibliographique	
Chapitre 01 Généralités sur l'abeille mellifère <i>Apis mellifera</i>	
1.1. Systématique de l'abeille mellifère <i>Apis mellifera</i>	3
1.2. Notions générales sur les abeilles.....	5
1.2.1. Anatomie externe et généralités	5
1.2.2. Anatomie interne	7
1.3. Biologie de la colonie	10
1.3.2. Les particularités des abeilles de chaque caste	11
1.4. Répartition géographique de l'abeille d' <i>Apis mellifera</i>	15
1.4.1. Dans le monde	15
1.4.2. Dans l'Algérie.....	16
Chapitre 2 :Principale maladies des abeilles	
2.1. Les ennemis.....	18
2.1.1. La fausse teigne	18
2.1.2. <i>Braula coeca</i> (diptère).....	18
2.1.3. La grande teigne (lépidoptère).....	18
2.2. Les maladies fongiques	19
2.2.1. La nosérose	19
2.2.2. L'acariose des trachées	19
2.3. Les maladies virales	20
2.3.1. Le virus de la cellule royale noire (BQCV).....	21
2.3.2. Le virus de la paralysie chronique (CBPV).....	21
2.3.3. Virus des ailes déformés (DWV).....	22
2.3.4. La varroase.....	22
2.4. Les maladies bactériennes	22

2.4.1. La loque européenne.....	22
2.4.2. Donnée bibliographique sur la Loque américaine.....	23
Chapitre 3 :les produits de la ruche	
3.1. Le miel.....	27
3.1.1. Origine du miel.....	27
3.1.2. Classification du miel.....	27
3.1.3. Les caractères physico-chimiques du miel.....	28
3.1.4. La qualité et normes de composition réglementaire du miel.....	29
3.1.5. Utilisation humaine.....	30
3.2. La gelée royale.....	31
3.2.1. Définition.....	31
3.2.2. Caractéristiques physico-chimiques.....	31
3.2.3. Rôle thérapeutique.....	31
3.2.4. Gelée royale et reproduction.....	31
3.3. Cire.....	32
3.3.1. Définition.....	32
3.3.2. Composition.....	32
3.2.3. Rôle thérapeutique.....	32
3.4. Pollen.....	33
3.4.1. Définition.....	33
3.4.2. Rôle thérapeutique.....	33
3.5. Venin.....	33
3.5.1. Définition.....	33
3.5.2. Caractéristiques physico-chimiques.....	33
3.5.3. Rôle thérapeutique.....	33
3.6. Propolis.....	34
3.6.1. Définition.....	34
3.6.2. La composition de propolis.....	34
3.6.3. Posologie.....	35
3.6.4. Propriétés de la propolis.....	35
3.6.5. Conservation et consistance de la propolis.....	36
3.6.6. Effet indésirable.....	36

Partie expérimentale

Chapitre 4 :Martiales Et Méthodes

4.1. L'objectif de cette étude	38
4.2. Matériels et Méthodes	38
4.2.1. Échantillonnage	38
4.2.3. Région de la récolte de la propolis	38
4.2.4. Les appareils et les petits matériels	39
4.2.4.1.. Les solutions	40
4.2.4.2. Verreries.....	40
4.2.5. L'isolement de la bactérie <i>Paenibacillus larvae</i>	40
4.2.5.1. Préparation de milieu de culture	40
4.2.5.2. Ensemencement et incubation.....	41
4.2.5.3. Identification de P. larvae	41
4.2.6. L'extraction des principes actifs de la propolis	43
4.2.7. Test de l'efficacité au l'extrait de propolis	44
4.2.7.1. Test de l'antibiogramme	44
4.2.7.2. Dépôt des disques	45

Chapitre 5 ;Résultat Et Discussion

L'identification de P. larvae	46
5.1.1. Identification macroscopique.....	46
5.1.2. Identification microscopique	47
5.2. L'extrait de propolis obtenues.....	47
5.3. Lecture des résultats	48
5.4. Analyses descriptives	49
5.5. Relation entre l'efficacité et la dose	50
5.6. Relation mode de récolte et l'efficacité.....	53
5.7. Remplacement des traitements chimiques et antibiotiques par des traitements naturels ..	53

Listes de figures

Figure01 : Arbre phylogénétique des hyménoptères aculéates	03
Figure02 : Morphologie d'une abeille domestique	05
Figure03 : Vue de face de la tête d'une abeille	06
Figure04 : Organisation segmentée d'une patte d'abeille	06
Figure05 : Système respiratoire de l'abeille	07
Figure06 : Système digestif et excréteur de l'abeille	08
Figure07 : Appareil génital de la reine	09
Figure08 : Développement, depuis la ponte de l'oeuf jusqu'à l'émergence	11
Figure09 : Schéma des trois castes de l'abeille	12
Figure10 : Organisation des pattes (antérieure et postérieure) de l'ouvrière.....	13
Figure11 : Aire de répartition des espèces d'abeilles du genre <i>Apis</i>	16
Figure12 : La localisation d' <i>Apis mellifera</i> en Algérie.....	17
Figure13 : l'intérieur d'une trachée renfermant un acarien femelle.....	20
Figure14 : Micrographie électronique du CBPV. Echelle : trait blanc=100nm.....	21
Figure15 : Distribution géographique de la loque européenne.....	23
Figure16 : Test de l'allumette. Larve infectée retirée avec une allumette.....	25
Figure17 : Couvain inégal ou dit « en mosaïque ».....	26
Figure18 : Écailles séchées de loque américaine.....	26
Figure19 : Le miel.....	28
Figure20 : La gelée royale.....	31
Figure21 : la Composition de la cire	32
Figure22 : La propolis	34
Figure23 : La composition de propolis	35
Figure24 : Localisation géographique de la Wilaya de Tissemsilt	37
Figure25 : Récolte de la propolis par grattage (originale 2022).....	40
Figure26 : flacon contient milieu de culture MYPGP (originale).....	39
Figure27 : distribue le milieu de culture au boites de Pétri (originale).....	40
Figure28 : Caractérisations morphologiques des colonies de différentes souches de <i>P. larvae</i>	41
Figure29 : préparer l'extrait éthylique de propolis (originale).....	42
Figure30 : filtration la solution de propolis (originale).....	42
Figure31 : méthode des disques (originale).....	43

Figure32 : observation macroscopique de la Paenibacillus larvae (originale).....	45
Figure33 : Observation des bactéries avec la coloration de Gram ₊ (originale).....	46
Figure34 : l'extrait de propolis obtenu (originale).....	46
Figure35 : l'effet de différentes doses de propolis sur la Zone d'inhibition.....	47
Figure36 : graphe de variation des deux diamètres en fonction des doses appliqué.....	50

Listes des tableaux

Tableau01 : Position de l'abeille au sein du règne animal	04
Tableau02 : Principales glandes chez l'abeille et leurs fonctions	10
Tableau03 : Comparaison des caractères entre ouvrières, reine et mâles.....	14
Tableau04 : Recommandations et exigences internationales pour le miel.....	30
Tableau05 : Les différentes sortes de miel et leur action sur l'organisme.....	30
Tableau06 : Les résultats du développement de la zone d'inhibition en termes de concentration de propolis	48
Tableau07 : groupement des doses homogènes pour le diamètre 01.....	49
Tableau 08 : groupement des doses homogènes pour le diamètre 02.....	50

Listes des abréviations

MYPGP : Muller–Hintonyeast extract–polymyxin–glucose–sodium pyruvate

% : pourcentage

CBPV : chronic bee paralysis virus

GDSA : Groupement de défense sanitaire des abeilles de l'Eure

BQCV : Black Queens call virus

UE1 : Atomes, Biomolécules Et Génome

CSA : Colomban Scape Agency

EFB : Loque européenne des abeilles mellifères (European Foul-Brood)

AFB : Loque américaine des abeilles mellifères (American Foul-Brood)

PEE : l'extrait éthanoïque de la propolis

Liste des annexes

Annexe 01 : Apiculture dans la région de bordj bounaama tissemsilt (originale 2022)

Annexe 02 : Quelques plantes source de propolis en Algérie (Naili, 2018).

Annexe 03 : Origine botanique de la propolis (El Housseini, 2013)

Introduction

Introduction

Introduction générale

Les abeilles mellifères sont des espèces exploitées par l'homme depuis des millénaires. Elle est importante pour l'environnement à plusieurs égards : agronomie, économie, écologie et science. Les avantages économiques des abeilles domestiques sont liés principalement avec la commercialisation de miel, mais aussi avec d'autres produits, en l'occurrence pollen, cire, gelée royale et propolis (**Decourtye et al., 2007**). Sont les insectes les plus importants pour les humains en raison de leur service de pollinisation fourni à l'agriculture (**Gallai et al., 2009**).

Le consensus mondial adopté par les chercheurs comprend l'affaiblissement des colonies d'abeilles trouveront leur source dans une combinaison de plusieurs facteurs : les facteurs de risque appartiennent aux agents chimiques, les facteurs météorologiques de environnement, ressources alimentaires, apiculture et pratiques agricoles (pesticides) (**Afssa., 2009 ; Potts et al., 2010 ; Williams et al., 2011 ; Alaux et al., 2011 ; Nabti, 2015**).

Ainsi, l'apparition des maladies affectant l'abeille peut être considérée comme la cause de cet affaiblissement. Nous citons parmi elles, la nosérose, *Nosema apis* et *Nosema ceranae*, une maladie de l'abeille classée comme dangereuse pour la santé de type 1 (**Christophe et Monique .2017**) ; ainsi que la fausse teigne, les infections bactériennes, loques américaines et européennes (**Adjlane et al., 2016**) et les infections virales (**Alice., 2013**).

La loque américaine (AFB) est l'une des maladies bactériennes les plus graves qui affectent les larves de l'abeille. Maladies bactériennes les plus graves qui affectent les larves de l'abeille domestique *Apis mellifère*, provoquant une diminution de la population d'abeilles et de la production de miel. L'agent responsable est *Paenibacillus larvae*, une bactérie à Gram positif et sporulée qui est distribuée dans le monde entier (**Genersch et al., 2006**). Une stratégie commune pour la prévention et le traitement des colonies affectées est l'utilisation d'antibiotiques, en particulier le chlorhydrate d'oxytétracycline (OTC) (**Hansen et Brodsgaard, 1999**). Cependant, plusieurs problèmes peuvent être associés à son utilisation prolongée. Les résidus chimiques peuvent persister dans le miel et affecter sa qualité pour la consommation humaine, tandis que l'application antibiotiques peut réduire la durée de vie des abeilles et augmenter le le risque d'émergence de souches résistantes (**Martel et al., 2006**). La présence de *P. larvae* résistantes au DUT a été signalée jusqu'à présent En Argentine, aux Etats-Unis, en

Introduction

Italie, en Nouvelle-Zélande et au Royaume-Uni (**Alippi, 1996 ; Miyagi *et al.*, 2000 ; Evans, 2003 ; Alippi, 2006**). En Uruguay, aucun isolat de *P. larvae* a été signalé résistant à l'OTC. Parmi une collection d'isolats locaux, bien que 22% d'entre eux aient été résistants au sulfisoxazole qui est un autre médicament antimicrobien fréquemment utilisé pour le contrôle de l'AFB (**Piccini *et Zunino*, 2000**). En raison des effets graves associés à l'AFB et des problèmes liés à l'utilisation des antibiotiques, il est nécessaire de développer de nouvelles stratégies pour lutter contre cette maladie. La propolis est un produit naturel dérivé de résines végétales et produit par les abeilles pour sceller les murs et l'entrée de la ruche. La propolis contribue aussi à la protection de la colonie contre différents agents pathogènes (**Ghisalberti, 1979**). Il possède plusieurs propriétés biologiques telles que antibiotique, antifongique, antivirale, anti-inflammatoire, etc. (**Manolova *et al.*, 1985 ; Marcucci, 1995 ; Drago *et al.*, 2000 ; Tichy *et Novak*, 2000 ; Santos *et al.*, 2003**).

Les abeilles peuvent présenter des symptômes non pathogènes ou non contagieux comme le couvain réfrigéré. Il est donc très utile de fournir des informations sur les symptômes et caractéristiques de la maladie pour une détection précoce et contrôle plus facile.

Dans cette étude, nous voulons mener une étude expérimentale pour connaître l'efficacité de la propolis contre une maladie bactérienne *P. larvae* afin qu'elle puisse être utilisée comme un antibactérien naturel pour les colonies d'abeilles.

Partie
Bibliographique

Chapitre 01

*Généralités sur l'abeille mellifère *Apis mellifera**

1.1. Systématique de l'abeille mellifère *Apis mellifera*

Les abeilles domestique l'abeille *Apis mellifera* et l'abeille orientale *Apis cerana* sont les seules espèces exploitées pour la produire du miel (**Winston, 1993**). Parce que la température est trop basse. L'« apiculture » existe toujours, notamment en Asie comme le Népal, la Malaisie ou encore le Cambodge, et en Afrique, où les ramasseurs de miel recyclent le miel produit par les colonies d'abeilles sauvages : une pratique appelée chasse au miel. Ces dernières sont principalement d'autres espèces d'abeilles en Asie, comme *Apis labiosa* ou *Apis dorsata*, qui ne peuvent pas être domestiquées. Il s'agit d'une activité courante dans le sud en développement, où les colonies d'abeilles sauvages sont encore abondantes. (**Bradbear, 2010**).

La taxonomie continue d'évoluer, et Michener propose la première taxonomie moderne (taxonomie phylogénétique) dans sa thèse de doctorat en 1944. Avec le développement des techniques de biologie moléculaire, la taxonomie des abeilles évolue également (**Leconte, 2002 et Michez, 2007**). De plus, des recherches récentes en génétique ont permis de mieux comprendre la structure de l'hymen : les abeilles sont relativement plus proches des fourmis que des guêpes) (**Johnson et al., 2013**).

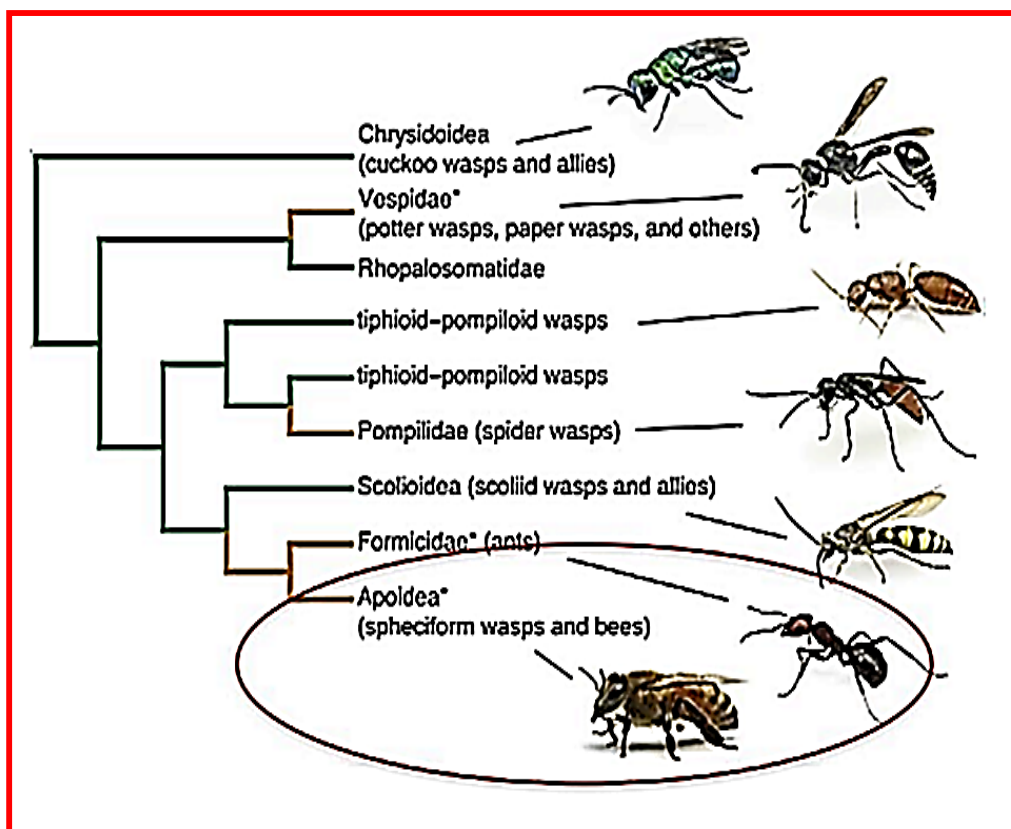


Figure 1 : Arbre phylogénétique des hyménoptères aculéates (**Johnson et al., 2013**).

Remarque : les branches vertes représentent les espèces qui ont un mode de vie parasitaire, les branches orange celles qui ont un mode de vie basé sur la construction de nids et la prédation. Les astérisques désignent des lignées contenant des espèces eues sociales (qui ont un mode d'organisation sociale évolué, avec des groupes d'individus divisés en castes d'individus fertiles et non fertiles).

Tableau 1 : Position de l'abeille au sein du règne animal, inspiré du tableau « Position de l'abeille chez les êtres vivants »

Classification	Taxon	Caractéristiques, exemples
Embranchement	Arthropode	Exosquelette chitineux Pourvus d'appendices locomoteurs Ex : Arachnides (araignées, acariens), Crustacés, Myriapodes (scolopendres)
Sous-embranchement	Antennate ou Mandibulate	Présence d'antennes et de mandibules
Classe	Insecte	3 paires de pattes Corps divisé en 3 segments (tête, thorax, abdomen) Respiration trachéenne Ex : hannetons, pucerons, puces, papillons
Ordre	Hyménoptère	2 paires d'ailes membraneuses Pièces buccales de type broyeur-lécheur Larve à métamorphose complète Métathorax soudé au 1er segment abdominal Ex : guêpes, bourdons
Sous-ordre	Sous-ordre	Etranglement marqué entre le thorax et l'abdomen « taille de guêpe »
Infra-ordre	Aculéate	Dard venimeux chez les femelles Ex : fourmis, guêpes, frelons
Superfamille	Apoïdea	Adaptation au régime alimentaire (nectar et pollen) : appareil de récolte du pollen, corps couvert de poils
Famille	Apidae supérieur	Insectes sociaux Sécrétion de cire
Sous-famille	Apinae	
Tribu	Apini	Abeilles mellifères
Genre	Apis	Abeille sociale qui établit des colonies permanentes
Espèce	Apis mellifera L.	9 espèces d'abeilles* : Apis mellifera, Apis florea, Apis andreniformis, Apis cerana, Apis koschevnikovi, Apis nigrocincta, Apis nuluensis, Apis laboriosa, Apis dorsata

(Adam, 2010)

1.2. Notions générales sur les abeilles

1.2.1. Anatomie externe et généralités

Les abeilles sont des animaux qui possèdent un corps segmenté (Albouy *et le Conte.*, 2014) avec la cuticule entourant tout leur corps. Cette membrane externe chitineuse dure est recouverte de poils et forme un exosquelette en trois parties : tête, thorax et abdomen (Le Conte, 2011). Les organes internes, majoritairement situés dans l'abdomen, sont protégés par un exosquelette, appelé cuticule. La cuticule est formée de trois couches. L'épi cuticulaire est la couche la plus externe, elle imperméabilise la carapace grâce à une couche de lipoprotéines et de cire. L'exo cuticulaire, la couche intermédiaire, est composée de protéines et de mélanine. Enfin, l'end cuticulaire, qui est la couche la plus interne, est composé de protéines et de chitine, molécule lui conférant résistance et souplesse (Chapman., 1998).

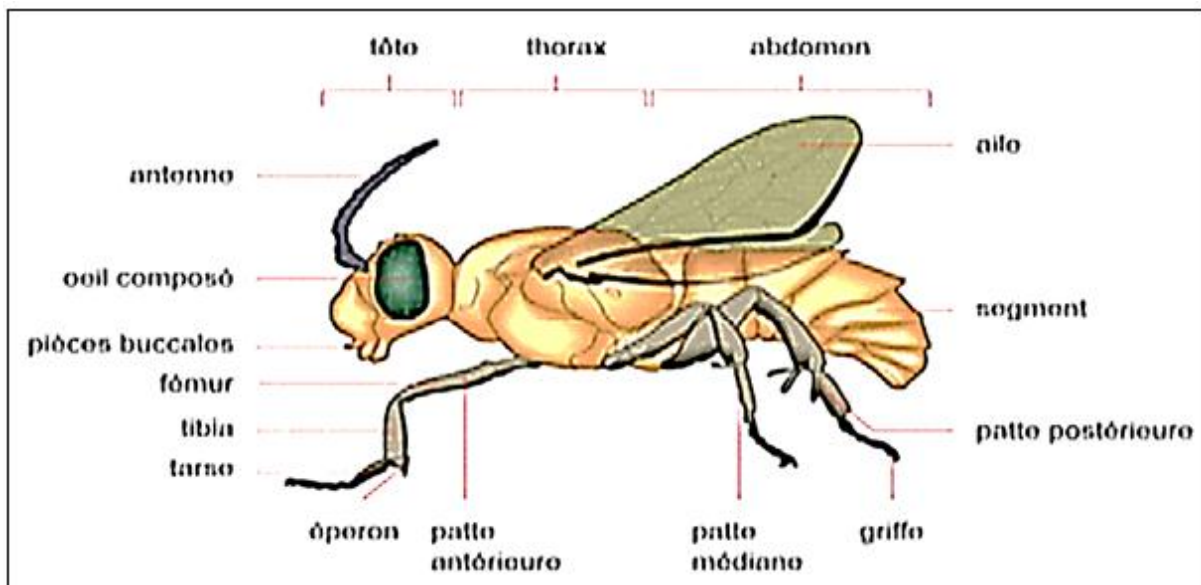


Figure 2 : Morphologie d'une abeille domestique (Anonyme, 2011)

1.2.1.1. La Tête

C'est une capsule ovoïde (Le conte, 2011) avoir deux très grands yeux, placés de chaque côté de la tête et trois yeux. Ce sont les trois petits yeux situés dans le centre de la tête, également les antennes qui permettent la communication et la bouche (Gustin.2008., Clément., 2010), (Figure. 03).

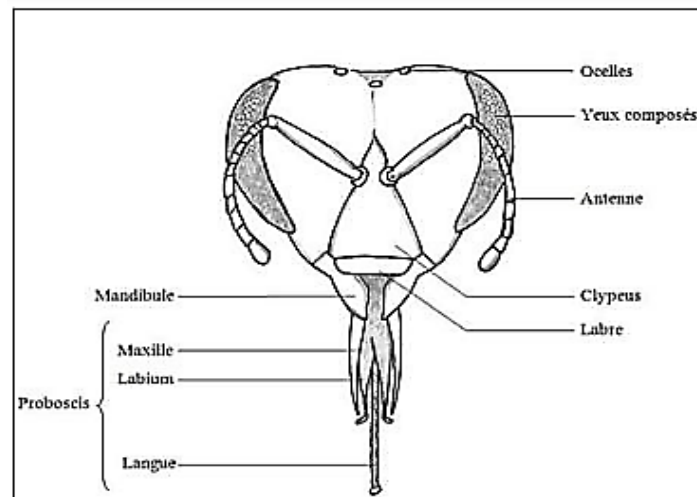


Figure 3 : Vue de face de la tête d'une abeille, avec détail de l'appareil buccal (Lequet, 2010)

1.2.1.2. Thorax

Le thorax est composée de trois segments thoraciques (segments I, II et III) et d'une extension du premier segment abdominal (segment 1). Il porte des éléments locomoteurs : trois paires de pattes articulées et deux ailes palmées. Un appareil de stabilité, composé d'une gouttière et de crochets, permettant d'avoir deux paires d'ailes fusionner pour n'en former qu'un seul. Chez les abeilles ouvrières, la troisième paire de pattes L'extérieur comprend un panier utilisé pour stocker le pollen, et sur le visage à l'intérieur, un peigne et une brosse à pollen, outils d'aide à la récolte. Chaque segment porte une ouverture respiratoire appelée stigmate. Le thorax est relié à l'abdomen par un deuxième rétrécissement, le pétiole (Alice Malik .2013 ; Biri .2010 ; Le Conte. 2004).

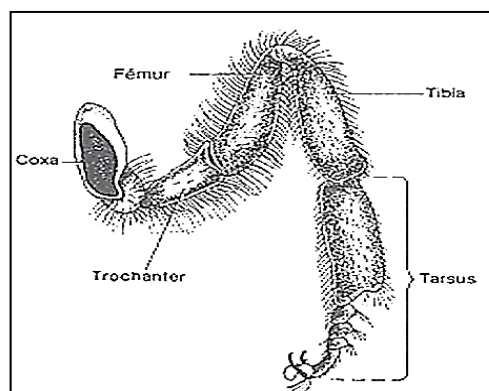


Figure 4 : Organisation segmentée d'une patte d'abeille, ici patte médiane d'une ouvrière (Winston, 1993)

1.2.1.3. L'abdomen

L'abdomen est composé de six segments (segments 2 à 7) dont une plaque inférieure, sternite, et une plaque supérieure, tergite. Ils sont connectés les uns aux autres par la membrane pigmentaire interne, une membrane souple qui permet le mouvement extension et flexion de l'abdomen. Chaque segment porte une paire de style. Chez ouvrières, les tergites des quatrième, cinquième, sixième et septième segments portent glandes cireuses. L'organe de Nasanov, une glande productrice de phéromones, est situé sur sternites 6 et 7 (Alice Malik., 2013 ; Biri ,2010 ; Le conte, 2004).

1.2.2. Anatomie interne

1.2.2.1. Le système nerveux

Le système nerveux de l'abeille est constitué de deux ensembles Complémentaires : Le système nerveux central Avec le cerveau et la chaîne nerveuse ventrale (les ganglions) et le système nerveux stomato-gastrique (Le conte, 2011)

1.2.2.2. Appareils respiratoire et circulatoire

Chez les insectes, les systèmes respiratoire et circulatoire sont séparés. Le "sang", ou plutôt l'hémolymphe, n'a pas pour fonction de transporter l'oxygène. Les abeilles ont un système respiratoire trachéal : l'air pénètre par le stigmate (un petit trou dans l'épiderme) et est distribué aux organes et aux muscles par de très petits tubes trachéaux (Fig. 5). Chaque partie de la poitrine et de l'abdomen contient une paire de cicatrices (3 dans la poitrine et 7 dans l'abdomen). Les sacs aériens sont répartis dans tout le corps de l'abeille, y compris les pattes, et stockent l'air. Les échanges gazeux se font par diffusion. (Winston, 1993).

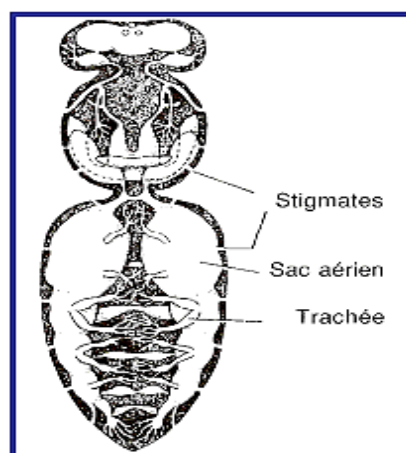


Figure 5 : Système respiratoire de l'abeille (Winston, 1993)

1.2.2.3. Appareil digestif

Le système digestif des abeilles se compose de l'intestin antérieur, de l'intestin moyen et de l'intestin postérieur. (fig. 6) (Adam, 2010).

L'œsophage traverse le thorax jusqu'à un jabot ("sac à miel") au niveau de l'abdomen. Il s'agit d'un sac gonflable dans lequel les abeilles peuvent stocker du nectar, du miel ou de l'eau. Il est fermé par une valve de la chambre antérieure qui ne laisse passer qu'une petite fraction des particules liquides et solides (telles que les grains de pollen) (Winston, 1993). L'intestin moyen ou ventricule est équivalent à l'estomac car il assure la digestion et la majeure partie de l'absorption (Winston, 1993).

Vient ensuite l'intestin postérieur qui comprend le duodénum et le rectum. Le rectum peut également être élargi pour pouvoir stocker les matières fécales, et les abeilles ne défèquent pas à l'intérieur de la ruche, mais à l'extérieur, lors des vols de nettoyage (Winston, 1993).

Le système d'excrétion des abeilles se compose des tubules de Malpighi attachés au pylore, et non aux reins. Des centaines de filaments pénètrent dans la lymphe sanguine et collectent les déchets métaboliques, principalement l'acide urique, pour l'excrétion de l'intestin. (Winston, 1993)

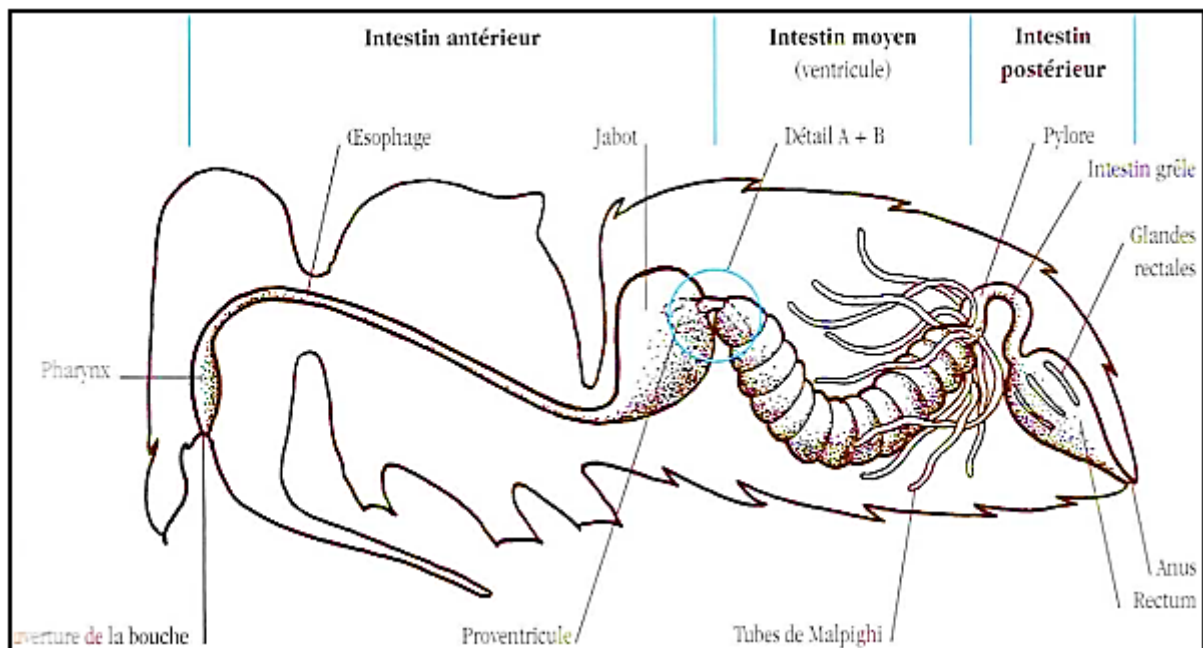


Figure 6 : Système digestif et excréteur de l'abeille (Adam, 2010)

1.2.2.4. Appareil reproducteur

La fonction principale du faux-bourdon est de féconder la reine pour pérenniser la colonie. Par conséquent, bien qu'ils aient développé des organes génitaux, la maturité sexuelle n'atteint pas environ 10 jours après la naissance. (Adam, 2010).

Ils produisent des spermatozoïdes dans les deux testicules. Il atteint ensuite les vésicules séminales par le canal déférent et y sont stocké. Deux grandes glandes muqueuses accessoires sont attachées au système reproducteur et ont pour fonction de protéger les spermatozoïdes autour de l'accouplement. (Adam, 2010).

Leur ultrasonique copulateur est constitué d'un endophallus, à encroûtement unique. En effet, lorsqu'un mâle « féconde » la grand, il ajouré trop précipitamment comme ses organes copulateurs restent ancrés comme les voies génitales de celle-ci. On a amplement pensé que le vol marital présentait unique, ce qui est sursis en auteur aujourd'hui : la grand peut sacrifier différents vols nuptiaux (jusqu'à 3) à franchement d'une semaine (Adam, 2010).

Les organes génitaux de la reine occupent une grande partie de la cavité abdominale. Il se compose de deux très gros ovaires qui produisent un nombre illimité "d'œufs" (non fécondés) (Winston, 1993). Ils sont transportés par deux trompes de Fallope jusqu'au vagin, auquel sont attachées les vésicules fécondantes (Figure 8). La vésicule séminale est une véritable banque de sperme qui permet à la reine de produire des ovules fécondés diploïdes (Daouar et Mekkrail, 2010).

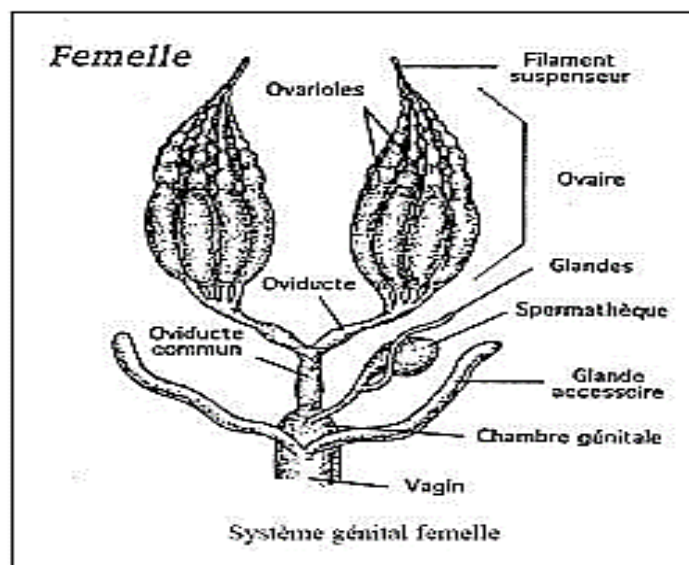


Figure 7 : Appareil génital de la reine (Raccaud et Schoeller, 1980)

1.2.2.5. Systèmes glandulaires

Le système glandulaire de l'abeille est complexe et varie en fonction de l'âge et du Rôle de l'individu dans la ruche (Prost, 2005).

Tableau 02 : Principales glandes chez l'abeille et leurs fonctions (Spürgin, 2010).

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

(Spürgin. 2010).

1.3. Biologie de la colonie

1.3.1. Cycle de vie

Dans les colonies, la vie passait par différentes phases qui se répétaient sur de nombreuses années. Pendant l'hiver, les abeilles nettoient leurs ruches en prévision de la saison des ruches. Au printemps, la température quotidienne et la durée d'ensoleillement augmentent avec lui, et les œufs de la reine des abeilles sont pondus. Commencez à pondre un œuf par cellule. (Winston, 1991).

A partir d'août, la chaleur va retarder la ponte de la reine Des ressources alimentaires robustes et non abondantes dans l'environnement.

Puis il expulse le reste des travailleurs masculins de la cellule pour les protéger Ressources financières. La population dans la cellule diminuera progressivement. Dernier pic d'ovulation En septembre et octobre, il cède la place aux abeilles d'hiver. C'est à l'intérieur C'est un troupeau qui se forme pour protéger Température intracellulaire satisfaisante en hiver (**Winston, 1991**). Par conséquent, la administratrice écart chez l'été et l'hibernation est liée au liste d'individus, Morphologie, physiologie et activité. Pendant la durée estivale, il y a longtemps de touristes en été. Liste entre les cellules. En chargée durée du miel, on peut compter 60 000 personnes. Ils ont comme 40 jours. Distance est Les abeilles d'hibernation, qui vivent davantage longtemps (comme 6 mois), néanmoins longtemps Moins : jusqu'à 20 000 personnes (**Smith et al., 2017**).

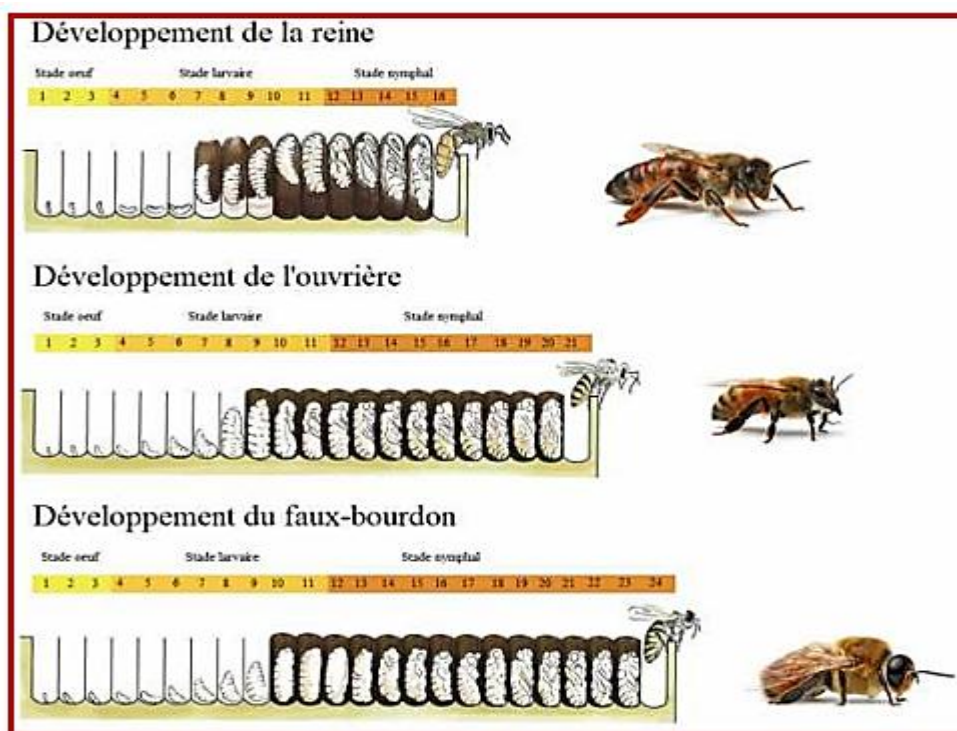


Figure 08 : Développement, depuis la ponte de l'oeuf jusqu'à l'émergence : de la reine, de l'ouvrière et du faux-bourdon d'*Apis mellifera* (**Clémence R. 2017**).

1.3.2. Les particularités des abeilles de chaque caste

Morphologiquement, il est facile de distinguer les trois castes d'abeilles, à savoir la reine des abeilles, l'abeille ouvrière et le bourdon ou bourdon (Figure 9). La reine des abeilles est l'individu le plus grand de la ruche. En raison des organes reproducteurs très développés, son corps est mince, avec un abdomen développé plus long que ses ailes. Les mâles sont plus forts.

Avec des testicules bien développés, leurs abdomens sont gros et ne dépassent pas des ailes. Contrairement aux femelles, leurs yeux sont presque attachés au sommet de leur tête et leur langue est courte. Seules les femmes ont des ustensiles vénéneux. Le dard des ouvriers est urticant : lorsqu'ils piquent, il reste généralement fixé sur la peau de l'ennemi, et il meurt. A l'inverse, la finesse de la reine peut être utilisée plusieurs fois (**Jean-Prost, 2005**).

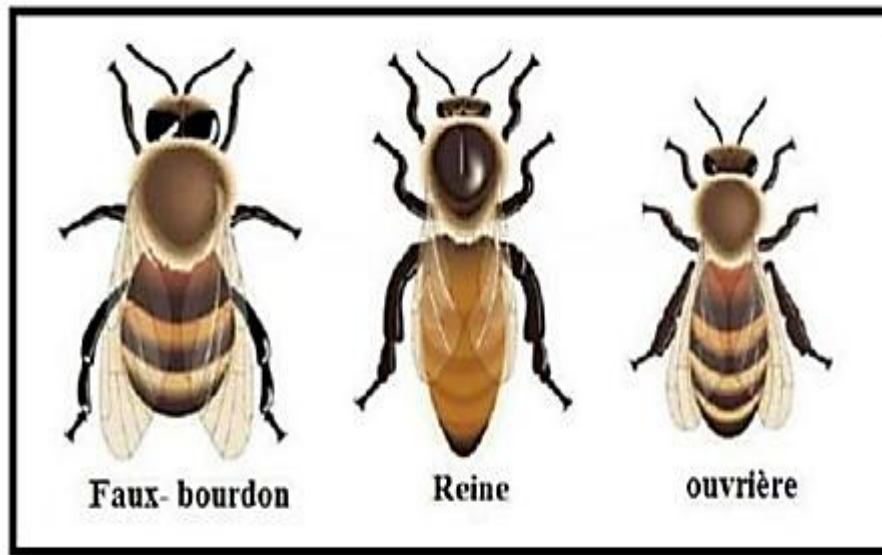


Figure 9 : Schéma des trois castes de l'abeille (**Rasolofoarivao, 2014**).

1.3.2.1. Reine

La reine mesure en moyenne 16 mm de long et son thorax atteint 4,5 mm de diamètre. Elle pèse entre 178 et 298 mg (**Wendling, 2012**). Elle Capable de produire des milliers d'œufs par jour, et son comportement calme masque ses puissantes phéromones, ces signaux chimiques captés par les ouvrières et qui contrôlent beaucoup de leurs comportements, et apportent une partie cette glu sociale qui maintient la vie de l'Abeille (**Winston, 1993**). La reine a une durée de vie très longue par rapport à celle de l'ouvrière, elle est de quatre à cinq ans (**Frères et Guillaume, 2011**).

1.3.2.2. Faux bourdon ou mâle

Est la troisième caste de la colonie d'abeilles (**Biri, 2002**), l'appellation faux bourdon c'est par rapport a sa ressemblance avec le bourdon du genre (bombus). Le faux bourdon est un insecte discret, présent dans la colonie lorsque les ressources sont bonnes. On ne lui connaît qu'un rôle de reproduction (**Le Conte, 2002**) et transmission du patrimoine génétique de sa mère lors de la fécondation (**Seyfarth, 2010**). De point de vu morphologique, les faux bourdons sont les plus

gros individus de la colonie, mais petits que la reine avec un corps massif pouvant atteindre 12 à 14 mm de long, un diamètre de thorax de 5,5 mm (Biri, 2010), et un poids allant de 196 à 225 mg (Winston, 1993 ; Wending, 2012), il possède un segment supplémentaire sur des antennes qui portent d'avantages de récepteurs sensoriels (Henri, 2011).

1.3.2.3. Ouvrières

Les ouvrières ont la deuxième caste dans la ruche, elles sont les plus nombreuses, fertilisées et donc diploïdes (Boes, 2010), elles naissent à partir d'œufs fécondés et élevées dans les petites cellules du cadre de cire (Bower et Gunn, 2001 ; Dietz, 1992). La durée de vie des ouvrières dépend de la saison, elle est assez courte et dure environ 3 à 8 semaines (Rger et Pain, 1996). Par contre en hiver, elles vivent pendant 6 à 8 mois (Anderson, 1931 ; Maurizio, 1953). Génétiquement, les ouvrières n'ont pas toutes les mêmes chromosomes. En effet, la Reine fécondée par plusieurs mâles donne naissance à des ouvrières ayant une mère commune et différents pères (Estoup *et al.*, 1994). Les ouvrières sont les plus petites abeilles de la ruche. Leurs ailes sont aussi longues que leur ventre. Ils proposent des adaptations anatomiques liées à leur activité. Leurs trois paires de pattes (avant, milieu et arrière) possèdent de véritables outils qui leur permettent entre autres de récolter du pollen (voire de la propolis). Les pattes avant sont équipées d'éperons tibiaux et de peignes d'antennes tarsiennes. Sur les pattes médianes et postérieures, il y a des brosses, la face interne du premier tarse. Mais la paire de jambes la plus professionnelle est la dernière paire (Fig. 10), notamment une corbeille à pollen, située face externe du tibia, bordée de soies raides : le peigne, qui maintient la pelote de pollen dans la corbeille à pollen.

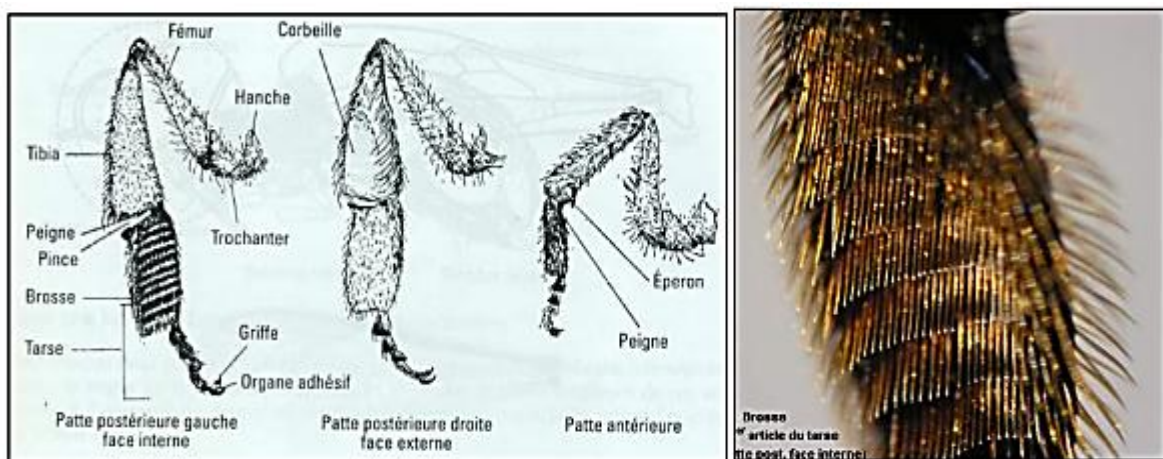


Figure 10 : (à gauche) : Organisation des pattes de l'ouvrière (JeanProst, 2005)
(à droite) : Détail de la brosse tarsale de la patte postérieure d'une ouvrière (face interne)

L'opération de fabrication des boules de pollen est compliquée. En butinant les fleurs, les abeilles récoltent le pollen dans leurs poils, grâce à leurs plumes très développées. Pendant le vol, les peignes des antennes sur les membres antérieurs recyclent les matériaux piégés aux antennes, tandis que les brosses collectent le pollen préalablement mouillé à travers la laine. Ce dernier est ensuite frotté contre le peigne de la patte opposée, collectant ainsi le pollen. Enfin, placez-le dans la corbeille à pollen à travers les griffes tibiotarsiennes de la troisième paire de pattes. Les ouvrières sont les seules à disposer d'appareils de fabrication de cire leur permettant de fabriquer des rayons pour les ruches. Il est constitué de huit glandes situées au niveau interne des quatre dernières nappes, du 4^e au 7^e segment abdominal. Ces glandes sont non fonctionnelles dès leur apparition : leur activité atteint un maximum entre 13 et 18 jours (**Adam, 2010a**). Le tableau 3 suivant donne un récapitulatif des principales différences entre les trois castes.

Tableau 3 : Comparaison des caractères entre ouvrières, reine et mâles

	Ouvrière	Reine	Mâle
Longueur du corps	le plus court	le plus long	intermédiaire
Largeur du thorax	le plus fin	intermédiaire	le plus trapus
Nombre d'articles des antennes	10	10	10
Position des yeux composés	séparés	séparés	contigus
Nombre d'ommatidies	4000 à 6000	3000-4000	Jusqu'à 8500
Longueur de la langue	5-7 mm	courte	très courte
Pattes	avec outils	sans outils	sans outils
Aiguillon	présent, barbelé	présent, lisse	absent
Durée du développement (en jours)	21	16	24
Glandes cirières	présentes	absentes	absentes

(Jean-Prost, 2005 et Aymé)

1.4. Répartition géographique de l'abeille d'*Apis mellifera*

1.4.1. Dans le monde

Les abeilles appartiennent à l'ordre des Hyménoptères, qui est classé dans la famille des Apoidea. (Medori *et Colin*, 1982 ; Michener, 2000). Il est beaucoup plus proche en termes évolutifs des fourmis que des guêpes. (Johnson *et al.*, 2013) qui sont apparus il y a 45 millions d'années nettement avant l'homme (Daniel, 1983). Cependant, quelques-uns paléontologues ont compulsé à eux fossiles à cause l'baignade baltique il y a encore de 60 millions d'années. (Winston, 1993). Les premières abeilles sont apparues à l'Éocène, suivies des premiers individus du genre *Apis* à l'Oligocène (Engel *et al.*, 2009 ; Kotthoff *et al.*, 2011). Les plus anciens fossiles du genre *Apis*, datent de l'Oligocène-Miocène pour l'Europe et du Miocène pour l'Asie, l'Afrique de l'est et les Etats-Unis (Engel *et al.*, 2009). En 1758, Linnaeus a décrit pour la première fois l'abeille occidentale *Apis mellifera*, dont le nom d'espèce vient du latin "mellis" miel et "ferre" porter. Le terme mellifica est plus approprié car non seulement les abeilles transportent le miel, mais elles le produisent également à partir du nectar des fleurs butineuses. (Guerzou *et NADJI*, 2002 ; Terzo *et Rasmont*, 2007).

A. mellifera a une large répartition géographique, presque partout dans le monde ; elle s'étend en Afrique, en Europe du Nord et en Asie centrale (LE Conte *et Najavas*, 2008). Il a été introduit par des apiculteurs aux États-Unis, en Australie et dans plusieurs îles océaniques pour améliorer la pollinisation des cultures et assurer la disponibilité des produits issus des activités apicoles. (Verttcken *et al.*, 2015). LE CONTE (2002) rappelle que le groupe représenté par *A. mellifera* aurait évolué, à partir d'une abeille du Moyen-Orient issus d'*A. cerana* pour former trois grands rameaux qui comporte neuf espèces :

- Les abeilles géantes (*A. dorsata* et *A. laboriosa*)
- Les abeilles naines (*A. florea* et *A. andereniformis*)
- Les abeilles de la taille moyenne (*A. cerana*, *A. koschevnikovi*, *A. nuluensis*, *A. nigrocincta* et *A. mellifera*).

Parmi ces espèces, *A. mellifera* a pu s'adapter aux différents climats et flores. Elle comporte 27 sous-espèces, qui ont été décrits sur la base de certains caractères morphologiques, écologiques et comportementaux (LE Conte *et Najavas*, 2008) (Fig.11).



Figure 11 : Aire de répartition des espèces d'abeilles du genre *Apis* (CHARPENTIER, 2013).

1.4.2. Dans l'Algérie

Les abeilles algériennes sont représentées par deux pence Espèces : *Apis mellifera sahariensis* et *Apis mellifera intermissa*

1.4.2.1. *Apis mellifera intertermissa*

Aussi appelée « abeille tellienne », très commune Au nord du pays, noir et grouillant. Elle est aussi célèbre pour elle Rendement agressif et élevé de propolis (Ruttner, 1988). Cependant, *A. mellifera intermissa* s'adapte facilement aux changements importants des conditions climatiques. (Barour *et al.*, 2011 ; Haddad *et al.*, 2015) et contre un certain nombre de maladies. Cette espèce d'abeille est très précieuse car c'est la principale souche qui peut être utilisée pour l'élevage (Adam, 1980).

1.4.2.2. *Apis mellifera sahariensis*

Aussi connue sous le nom d'abeille du Sahara. Elle est principalement distribuée dans les oasis algériennes et est de couleur jaune, d'où le nom de guêpe jaune. Contrairement à *A. mellifera intertermissa*, cet organisme est très rare (Haccour, 1960 ; Ruttner, 1988). Son intérêt réside dans la pollinisation (Fettal, 1996). Selon FERT (1999), l'abeille saharienne hiverne particulièrement bien et elle est relativement douce, et son couvain compact. Par ailleurs, elle a l'aptitude d'être prévoyante lors de période difficile : elle s'habitue à réduire son couvain et ménage ses provisions pendant les longues disettes.

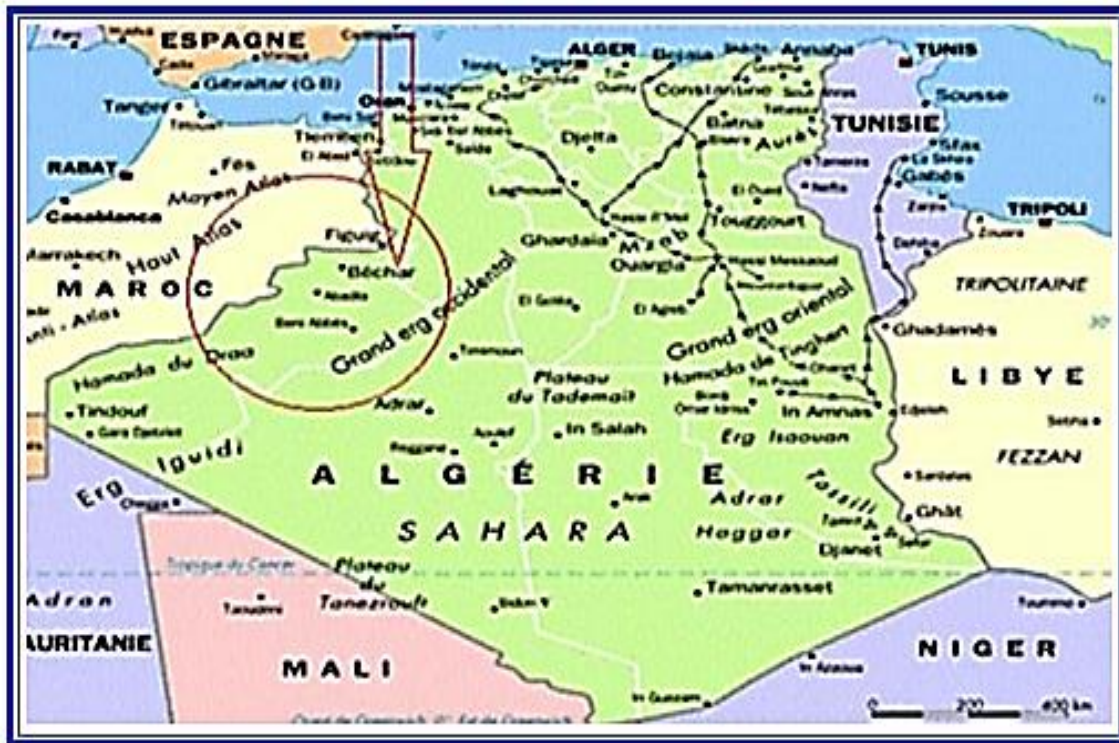


Figure12 : La localisation d’*Apis mellifera* en Algérie (Hamzaoui, 2014).

Chapitre 2
Principales maladies des
abeilles

2.1. Les ennemis

2.1.1. La fausse teigne

La teigne n'est pas réellement une maladie. C'est une guêpe plus destructrice en milieu tropical, car sa croissance n'est pas freinée par le froid comme en milieu tempéré. Il existe deux espèces de teignes de la cire (Fig13), le grand papillon *Galleria mellonella*, qui peut mesurer jusqu'à 3 cm de long, et le petit papillon *Achroia grisella* (environ 1 cm de long), que l'on pense être plus abondant dans l'environnement tempéré (**Bradbear, 2010**). Selon Martiré et Rochat, le petit papillon de nuit n'a jamais été identifié à La Réunion (**Martiré et Rochat, 2008**).

2.1.1.1. Lutte contre la fausse-teigne

Pour éviter que la fausse teigne s'installe dans une ruche, une colonie forte et un volume de ruche en adéquation avec la taille de la colonie sont indispensables. Petite colonie : petite ruche. Forte colonie : grande ruche. Sur les ruches contaminées, il faut éliminer les cadres contaminés par le feu et resserrer la colonie sur seulement quelques cadres sains, en utilisant soit des partitions, soit une ruchette (**Robert Hummel et Maurice Feltin, 2014**).

2.1.2. *Braula coeca* (diptère)

B. coeca, ou poux des abeilles, est un insecte qui mesure environ 1 mm de diamètre. Il s'agit d'un parasite relativement inoffensif car il se nourrit de miel qu'il prélève directement en suçant l'appareil buccal de l'abeille. Il s'accroche aux poils qui recouvrent le thorax des abeilles et de la reine, et tire sa nourriture de ces dernières (**Ravazzi, 2003**).

2.1.2.1 Traitement

Le fluvalinate est un insecticide très efficace contre *B.coeca* (**Philippe, 2007**). En cas d'infestation importante, on aura recours à des produits spécifiques à base de thymol, de menthol et d'eucalyptus (**Ravazzi, 2003**).

2.1.3. La grande teigne (lépidoptère)

Galleria mellonella, ou « grande teigne », est un papillon de type de ceux qu'on appelle « papillon de nuit » ou « mites » (**Fernandez et coineau, 2007**).

2.1.3.1. Traitement

- Lutte biologique avec « *Bacillus thuringiensis* » ;
- Vapeur de soufre (anhydride sulfureux) ; Si un cadre est attaqué, on peut supprimer la fausse teigne en congelant le cadres à -15°C pendant 45 minutes au minimum (**Adam, 2012**).

2.2. Les maladies fongiques

2.2.1. La nosémose

La nosémose est une maladie présente partout dans le monde. Au début, on pensait qu'elle est due à *Nosema apis*, découverte par Zander en 1907. Mais plus récemment, Fries a Découvert une nouvelle espèce de *Nosema* sur *Apis cerana* en Asie en 2006, appelée *Nosema ceranae*. Ce sont des microsporidies du genre *Nosema*, c'est-à-dire eucaryotes unicellulaires du règne fongique, parasites strictement intracellulaires. Nom de famille Morphologiquement si proche qu'elles auraient pu être confondues dans le passé. En effet, de nouvelles analyses ont été réalisées et ont montré que *N. ceranae* présent sur *Apis mellifera*. Ce point culminant a été réalisé par des chercheurs espagnols (**Higes *et al.*, 2006**). Plus tard, des analyses d'échantillons d'abeilles provenant d'une guêpe anale ont montré que présence antérieure de *N. ceranae* chez *Apis mellifera* dans le monde. Par exemple, *n. ceranae* se trouve sur les abeilles de l'île d'Ouessant (île française du Finistère), qui est Il est en isolement strict depuis 1976. Là encore, à La Réunion, c'est une pathologie dominante (**Esnault, 2013**).

2.2.1.1. Lutte contre nosémose

Une synergie avec des agents chimiques a été mise en évidence (**Alaux *et al.*, 2009, Vidau et al, 2011**), remèdes commerciaux tels que Hivealive®, Nozevit® Les meilleurs résultats sont obtenus par des produits contenant un mélange de thymol et de polyphénol. Les traitements se font sur plusieurs saisons et sur plusieurs années, très tôt au printemps et juste avant l'hivernage afin de diminuer le nombre de spores de la maladie (**Robert Hummel et Maurice Feltin .2014**).

2.2.2. L'acariose des trachées

L'acariose des trachées, comme son nom l'indique, est une maladie parasitaire qui touche le système respiratoire de l'abeille domestique *Apis mellifera* et de l'abeille asiatique *Apis cerana*, due à l'acarien *Acarapis woodi* (**Alizée, 2014**). Il pénètre dans les trachées des jeunes abeilles à travers les stigmates qui se trouvent dans le prothorax. Cet acarien (Fig15) provoque des troubles physiologiques graves telles que l'obstruction des trachées et la dégénérescence des muscles (**Biri, 2010**).

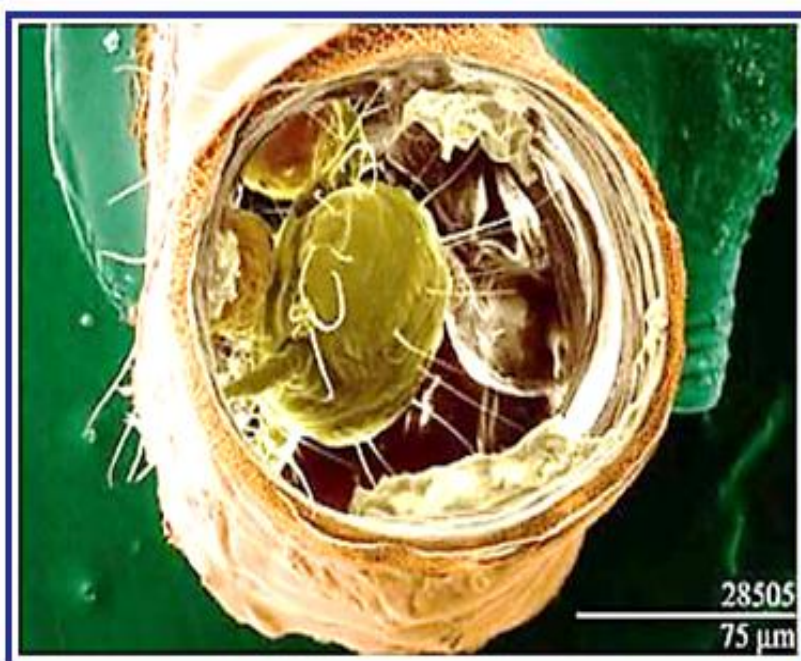


Figure13 : Photo (LT-SEM micrograph) de l'intérieur d'une trachée renfermant un acarien femelle *Acarapis woodi*, des œufs et des débris (Sammataro *et al.*, photographie par E. Erbe and R. Ochoa).

2.2.2.1. Symptôme

Les abeilles atteintes présentent des ailes écartées en position asymétrique et deviennent rampantes et incapables de voler. De ce fait, les colonies peuvent dépérir au printemps (Charrière *et al.*, 2012).

2.2.2.2. Lutte contre L'acariose des trachées

Dans la lutte contre l'acariose, plusieurs produits permettent d'obtenir de bons résultats : le liquide de Frow, le papier soufré, le Folbex, le PK et l'Acar control. Il s'agit généralement de produits prêts à l'emploi dont l'utilisation dépend du principe actif et de la préparation propre à la maison de distribution (Ravazzi, 2003).

2.3. Les maladies virales

Grâce au développement des techniques de biologie moléculaire, 24 virus ont été mis en évidence chez les abeilles, mais seuls 16 à 18 sont différents, les autres sont trop proches et peuvent appartenir à la même espèce (site des abeilles Coloss). Ils sont communs dans les colonies d'abeilles. Un virus est un parasite intracellulaire obligatoire qui envahit la machinerie moléculaire de l'hôte afin de pouvoir se multiplier. Tous les virus d'abeilles sont des virus à ARN simple brin positif, à l'exception des virus filamenteux et des virus irisés d'invertébrés. Ce

sont des virus Picornalike, principalement divisés en deux genres : les Iflavirus et les Cripavirus. Bien que les infections de colonies par un ou plusieurs virus soient courantes, elles sont pour la plupart peu infectieuses et asymptomatiques (**Rivière et al., 2009**).

2.3.1. Le virus de la cellule royale noire (BQCV)

Le BQCV, découvert en 1977, est un virus qui appartient à la famille des Dicistroviridae et appartient au genre de cripavirus. Cette pathologie est prédominante en été, mais elle n'est pas grave pour les colonies d'abeille en général (**Mackowiak, 2009**).

2.3.2. Le virus de la paralysie chronique (CBPV)

Le CBPV a été l'un des premiers virus identifiés en 1963. C'est un virus à ARN, mesurant 30 à 65 nm de long x 20 nm de large (Fig14). (**Bayley et al., 1968**). Il se distingue des autres "apivirus" par sa structure : il est composé de particules anisotropes, essentiellement ellipsoïdales et de taille assez variable. Il n'appartient donc à aucune famille ou genre, bien qu'il partage des caractéristiques avec les virus de la famille des Nodaviridae (virus des insectes et des poissons) et avec les virus de la famille des Trombusviridae (virus des plantes). C'est le prototype d'un nouveau groupe de virus (**Rivière et al., 2009**).



Figure 14 : Micrographie électronique du CBPV. Echelle : trait blanc=100nm. (**Rivière et al., 2008**).

Les maladies causées par le CBPV sont signalées dans des conditions favorables telles que la carence en protéines, les mauvaises conditions climatiques à l'origine d'une colonie d'abeilles. La maladie apparaît plus fréquemment lorsque les abeilles fabriquent du miel. C'est pourquoi cette maladie est également connue sous le nom de "maladie des forêts». L'étude de (**Celle et al, 2008**) Met en évidence pour la première fois la présence du virus chez des hôtes autres que les abeilles : les fourmis rouges *Camponotus vagus* et *Formica rufa*, avec des charges virales comparables à celles trouvées chez les abeilles infectées affectent.

2.3.3. Virus des ailes déformés (DWV)

Le DWV (Deformed Wing Virus) persiste dans les colonies grâce à une infection latente, sans signes cliniques. Le virus est associé au varroa et entraîne des mortalités du couvain, d'abeilles naissantes mais aussi d'abeilles adultes. Il est responsable de malformations morphologiques nettement visibles sur les abeilles naissantes, plus particulièrement au niveau des ailes, d'où le nom du virus. Ces abeilles ne sont pas viables et sont rapidement éliminées de la ruche par les abeilles encore saines (**Barbançon, 2003**).

2.3.3.1. Symptômes

Une malformation des ailes (moignons ou ailes déformées) et des pattes des abeilles et réduction de la taille du corps avec défaut de pigmentation (**Ballis, 2016**).

2.3.4. La varroase

La varroase est une parasitose de l'abeille adulte et de son couvain, due à un acarien parasite externe hématophage, *Varroa destructor* (**Naquet, 2011**). Le varroa est un acarien qui s'attaque à l'hémolymphe de l'abeille. L'abeille est alors affaiblie et bien plus sensible aux maladies. Lorsque la colonie n'a pas été traitée du tout, insuffisamment ou mal avant l'hivernage, c'est au printemps, lors des premières sorties que les manifestations de la varroase sont visibles (**Hummel et Feltin, 2014**).

2.3.4.1. Symptômes

Cet acarien est visible à l'œil nu, et seules les femelles adultes sont communément observées. Elles sont de couleur marron et présentent une convexité sur la face dorsale (**Barbançon, 2012**).

2.3.4.2. Traitement

Les différentes méthodes de lutte contre varroa sont :

- La lutte chimique traditionnelle en utilisant une molécule active toxique ou néfaste à varroa pour diminuer les populations.
- La lutte intégrée ou raisonnée qui combine souvent la lutte chimique avec des moyens biotechniques et biologiques (**Adam, 2012**).

2.4. Les maladies bactériennes

2.4.1. La loque européenne

La loque européenne des aisselles est une maladie des géniteurs «ouverts» (non fermés), causée par la bactérie Gram-positif *Melissococcus plutonius*. Il est souvent associé à d'autres pathogènes tels que *Paenibacillus alvei*, *Enterococcus faecalis* ou *Lactobacillus eurydice*. (**OIE,**

2008a). Le rôle de ces acteurs secondaires est encore mal connu. La majorité des colonies infectées présentent peu de signes cliniques évidents. Le foulfish européen est commun dans le monde entier et est présent dans la plupart des régions du monde (fig15). L'Afrique centrale et la Nouvelle-Zélande sont encore épargnées (Rey, 2012).

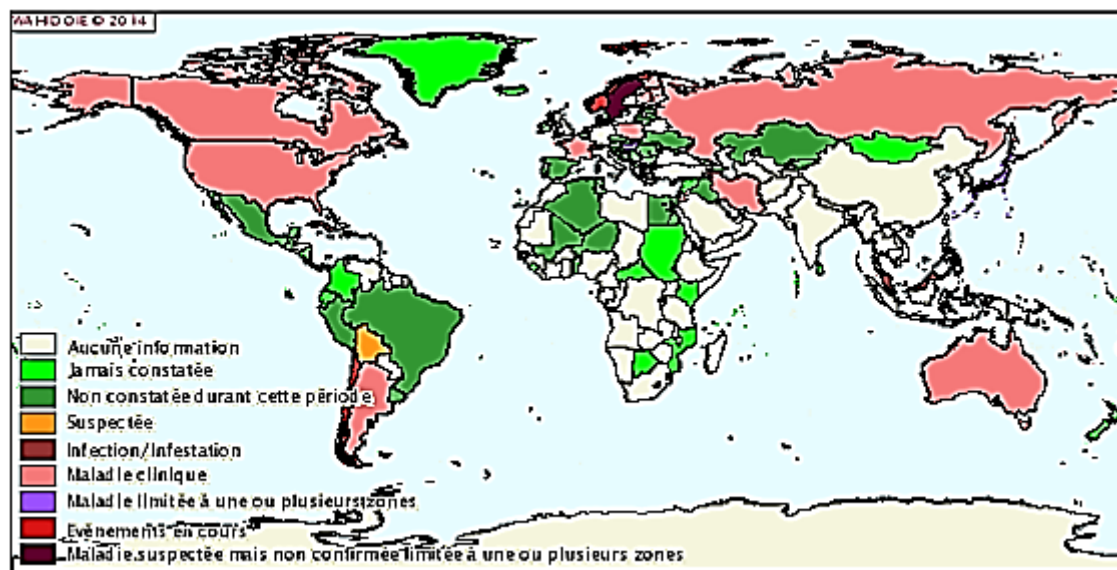


Figure 15 : Distribution géographique de la loque européenne sur la période de juillet à décembre 2013 (WAHID-OIE)

2.4.1.1. Symptômes

- ✓ Couvain est en mosaïque ;
- ✓ larves prennent une couleur anormale, jaune à gris brun ;
- ✓ position anormale redressée des larves, elles sont fragiles mais non filantes. Elles meurent généralement avant operculation ;
- ✓ larves et écailles non adhérentes sont facilement évacuées par les abeilles (Binon et Dief, 2006).

2.4.1.2. Traitement

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

2.4.2. Donnée bibliographique sur la Loque américaine

La loque américaine (AFB) des abeilles mellifères est une maladie bactérienne infectieuse très répandue dans le monde, entraînant des pertes économiques importantes dans le monde de l'apiculture. (Genersch, 2008). La maladie est classée comme notable dans la plupart des pays du monde. La maladie n'affecte que le stade larvaire des abeilles mellifères, Dans de nombreux

pays européens, la maladie est contrôlée en brûlant les colonies symptomatiques et en mettant en place des opérations apicoles pour disséminer l'agent infectieux dans les ruches saines. La législation actuelle n'autorise pas l'utilisation d'antibiotiques par les apiculteurs européens, car il n'y a pas de limite maximale de résidus (LMR) fixée pour les antibiotiques utilisés pour contrôler l'AFB (oxytétracycline et tylosine) (Anonymous, 2010a).

2.4.2.1. Biologie

Cette maladie est causée par les larves de la bactérie *Paenibacillus* sporulant qui produit des ectoparasites extrêmement résistants à la déshydratation, à la chaleur, au froid et à la stérilisation. Les spores sont la seule forme de bactérie qui peut infecter du matériel contaminé pendant des décennies. (Genersch, 2010). Les jeunes larves s'infectent lorsqu'elles mangent des aliments contaminés par des spores larvaires de *P.* Les spores pénètrent dans la lumière de la larve et y germent, où elles se multiplient ensuite avant d'atteindre l'épithélium larvaire, de l'infiltrer et de tuer les larves. (Yue *et al*, 2008).

Les bactéries ont continué à se multiplier dans les tissus de la larve morte jusqu'à ce que sa carcasse se désintègre complètement en une masse collante, collante et brune (Fig 16). Lorsqu'il a consommé la plupart des nutriments de la carcasse larvaire, les spores de *P.* larva et la masse collante se dessèchent jusqu'à ce qu'il ne s'agisse que d'une croûte à la base de la cellule mère. Un flocon sec contient plus de deux milliards de spores bactériennes infectieuses. La production massive de spores extrêmement persistantes dans les colonies infectées rend le contrôle de la maladie très difficile, Seules les jeunes larves sont infectées et elles sont plus sensibles dans les 12 à 36 heures suivant l'éclosion. Les larves infectées meurent dans les sept à douze jours, et souvent les larves meurent après que les cellules ont été recouvertes, ce qui rend plus difficile pour les abeilles de détecter et d'éliminer les couvains infectés. (Genersch, 2010).



Figure 16 : Test de l'allumette. Larve infectée retirée avec une allumette (Genersch, 2010).

Le nombre de spores nécessaires pour provoquer une maladie clinique dans une colonie est très variable. Un grand nombre de spores peut être trouvé dans le miel, les débris de la ruche ou sur les abeilles adultes sans aucun signe clinique d'infection. Il n'y avait pas de corrélation simple entre le nombre de spores larvaires de *P. Présentes* dans la colonie d'abeilles adultes et la présentation clinique de la mouffette américaine. (Hansen *et Brødsgaard*, 1999).

2.4.2.2. Diagnostic

2.4.2.2.1. Inspection visuelle et diagnostic sur le terrain

L'inspection des cadres nécessitait de rechercher à l'œil nu des signes de mouffette américaine sur tous les cadres de la ruche. Dans les bancs malades, les géniteurs sont inégalement répartis, avec des opercules concaves, perforés ou plus foncés (Fig17). La consistance des larves et des nymphes tuées par les poissons félins est molle, collante, de plus en plus filandreuse et de couleur brune. Le diagnostic des cellules suspectes peut être effectué à l'aide d'un test d'allumette. Pour effectuer le test, un petit bâtonnet (ex : bout d'allumette) dans la larve ou la puppe suspectée, remuez et retirez soigneusement l'allumette. Si le couvain est malade, le tissu retiré ressemblera à un filament (Fig16). La carcasse collante de la larve finit par sécher en une croûte sombre, qui adhère étroitement à la paroi cellulaire et est difficile à enlever pour les abeilles (Fi18). Pour cette raison, il est toujours préférable de rechercher la maladie dans les cellules confinées, lorsqu'elles sont alarmées par la présence de cellules voisines plus anciennes. (Forsgren *et al*, 2014)

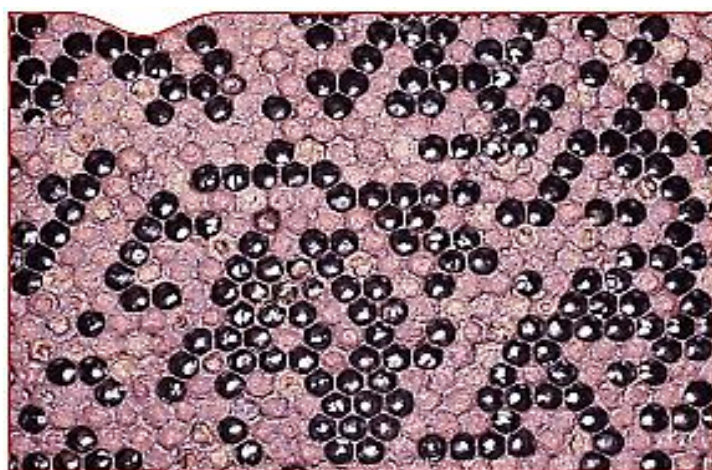


Figure 17. Couvain inégal ou dit « en mosaïque » (H. Hansen *et al*, 1999)



Figure 18 : Écailles séchées de loque américaine. (P. Kristiansen *et al.*, 2017)

2.4.2.2.2. Diagnostic en laboratoire

Les résultats dans les colonies malades au stade clinique suggèrent que la valeur pronostique des comptages bactériens dans les échantillons d'abeilles est plus fiable que les comptages bactériens des débris et du miellat, et les méthodes Des cultures plus précises pour détecter les colonies malades que les méthodes moléculaires ont récemment fait l'objet de publications. Cependant, si l'objectif est de surveiller la présence de bactéries, quel que soit le signe, alors la meilleure approche évidente est de faire une étude moléculaire des débris de nid d'abeilles qui s'accumulent pendant la saison de bronze. (Nordström *et al*, 1995 ; Forsgren *et al*, 2014)

2.4.2.3. La Lutte

La loque américaine est une maladie préoccupante dans l'UE et doit donc être signalé aux autorités compétentes ; Des mesures de contrôle doivent également être prises, conformément aux lois du pays. Ces mesures comprennent le brûlage des colonies infectées et du matériel en nid d'abeilles. En Suède, la destruction des abeilles et des cadres des colonies infectées est effectuée sous la supervision d'examineurs apicoles nommés par les conseils régionaux. Cette procédure a considérablement réduit l'incidence de la maladie de la loque aux États-Unis depuis son introduction au milieu des années 1970. Conforme à la législation européenne (Anonymous 1992).

Chapitre 3

les produits de la ruche

3.1. Le miel

3.1.1. Origine du miel

La sève élaborée, matière première du miel, est extraite des vaisseaux du liber de la Plante qui la contient essentiellement de deux manières principales :

- ✓ Par les nectaires, élaborant le nectar (origine direct du miel) ;
- ✓ Par des insectes piqueurs-suceurs (puçerons principalement), excréant du miellat (origine Indirecte du miel) (**Prost, 2005**). En absence de nectar sur les fleurs, les abeilles prélèvent aussi les matières sucrées des fruits (**Gout et al, 1998**).

3.1.2. Classification du miel

Le miel est fabriqué par les abeilles à partir de sucre sécrété par les plantes Il existe essentiellement deux types de rendements sucrés exploités par les abeilles : le nectar et le miellat.

3.1.2.1. Nectar

Le nectar est un liquide sucré, parfois sous forme de sirop, sécrété puis excrété par les intestins. Des glandes spécifiques, dites nectarifères, sont présentes chez de nombreuses espèces végétales (**Philippe ; 1988**). Nous distinguons :

A. Miel haploïde

D'un point de vue théorique, le miel haploïde ou haploïde est miel naturel, principalement d'une fleur particulière, comme le miel d'eucalyptus, le miel de romarin, le miel d'oranger (**Bogdanov et al ; 2004**).

B. Miel polyploïde

Parfois appelé miel toutes fleurs, ce sont des miels récoltés dans des endroits caractérisés par une diversité en plantes mellifères (**Barbara ; 2009**).

3.1.2.2. Le miellat

Conformément à l'annexe I de la directive 2001/110/CE du Conseil du 20 décembre 2001 Concernant le miel, ce type de miel qui est appelé couramment miel de miellat est obtenu principalement à partir de excréments laissés sur les parties vivantes des plantes par les piqûres d'insectes (Hémiptères) ou des sécrétions des parties vivantes des plantes (Journal Officiel des Communautés européennes ; 2002).

3.1.3. Les caractères physico-chimiques du miel

3.1.3.1. La cristallisation

La cristallisation est un phénomène naturel qui modifie l'état du miel sans altérer sa qualité. La vitesse de cristallisation du miel est très variable. Elle dépend d'une température optimale de 14°C pour une bonne cristallisation, plus le rapport glucose/eau est élevé, plus la cristallisation est rapide. Ce rapport doit être compris entre 1,6 et 2,5. Il faut donc une teneur en eau faible 18%. Les miels avec plus de 28% de glucose cristallisent très rapidement (**Bogdanov, 1999**).

3.1.3.2. La viscosité

Elle dépend de trois facteurs qui sont, sa teneur en eau, sa composition chimique et de sa température (**Louveaux, 1985**).

3.1.3.3. La couleur

Il passe du blanc au noir (fg 7). Cela dépend de l'espèce de plante nourrie. Le miel peut également changer de couleur avec le temps ou le chauffage. Le miel de toutes les fleurs se présente dans une variété de couleurs, généralement brun foncé ou ambre foncé, selon la région et le moment de la récolte. C'est aussi un critère de classement, notamment d'un point de vue commercial. (**Schweitzer, 2001**).

* L'arôme, le goût et la couleur du miel dépendent du type d'arbre dont les abeilles tirent leur miel. Les tournesols, par exemple, donnent une teinte jaune miel ; le trèfle produit un miel doux et blanc. La couleur peut également être un indicateur de qualité en raison du noircissement du miel lors du stockage ou sous l'influence de la chaleur. (**Bradbear, 2005**).



Figure 19 : Le miel (Blanc, 2010)

3.1.3.4. PH

Entre 3,5 et 5,5 ; elle est due à la présence des acides organiques (**Bogdanov et al, 2004**). Notamment l'acide gluconique qui résulte de la transformation du glucose par l'action. D'une bactérie (*Gluconobacter*) lors de la maturation du miel (**Blanc, 2010**)

3.1.4. La qualité et normes de composition réglementaire du miel

Le miel de qualité doit être un produit sain, extrait dans de bonnes conditions d'hygiène, correctement emballés, ont conservé toutes leurs propriétés d'origine et les conserveront. Le plus longtemps possible. Il est pur et doit contenir le moins possible (on peut encore dire non) divers polluants, antibiotiques, pesticides, métaux lourds ou Autres produits de notre civilisation industrielle (**Schweitzer, 2004**).

Le miel est essentiellement composé de différents sucres mais surtout de fructose et glucose, ainsi que d'autres substances telles que les acides organiques, les enzymes et particules solides de la récolte du miel. La couleur du miel peut provenir d'une nuance presque incolore à brun foncé. Le miel peut être mince, épais ou Cristallisation (partielle ou totale). Son goût et son arôme sont différents mais sont d'origine végétale D'où vient le miel ? La composition et les normes réglementaires du miel sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 04 : Recommandations et exigences internationales pour le miel

Caractéristique qualitative UE1 CODEX2	UE1	CODEX2
Teneur apparente en sucres réducteurs (g/100g) Miel de fleurs Miel de miellat, ou mélanges avec miel de fleurs	Max .21 Max.23	Max.21 Max.23
Teneur apparente en saccharose (g/100g) Miel en général Miel de miellat, ou mélanges avec miel de fleurs (miel d'acacias, de lavande, de Banksia, d'Eucryphia)	Min.65 Min.60	Min.65 Min.60
Substances non hydrosolubles (g/100g)	Max.5 Max.10	Max.5 Max.10

Sels minéraux (g/100g) Miel en général Miel de miellat ou mélange de miel de fleurs	0.1	0.1
Indice d'amylase (en unité de Schade) Miel en général Miel pauvres en enzymes, comme le miel d'acacias, de fleurs d'oranger	Max.0.6 Max.1	Max.1 Pas d'indication
Acides libres (mille équivalent/kg)	Min.8 Min.3	Min.3 Pas d'indication
Hydroxyméthylfurfural(mg/kg)	40	40
Hydroxyméthylfurfural(mg/kg)	Max.40	Max.80

(Codex Alimentarius, 2003).

3.1.5. Utilisation humaine

Le miel est essentiellement composé de différents sucres mais surtout de fructose et Glucose, ainsi que d'autres substances telles que les acides organiques, les enzymes et particules solides de la récolte du miel. Les miels, quelle que soit leur espèce, ont tous un acte de vertu dans l'ensemble organes du corps (Dieudonné, 2008).

Le tableau suivant résume les différentes sortes de miel et leur action sur l'ensemble de l'organisme du corps.

Tableau 5 : Les différentes sortes de miel et leur action sur l'organisme

Types du miel	Description	Action
Eucalyptus	Foncé et corsé	-Indiqué en cas d'infections, d'affections des voies respiratoires et des voies urinaires
Fleurs d'oranger	Clair et doux	-Indiqué en cas de troubles de la digestion et du sommeil.
Colza	Clair et doux	-Calmant, équilibrant et relaxant.
Sapin	Foncé et corsé	-Antianémique. Diurétique. Antiseptique respiratoire
Lavande	Clair et aromatique	-Convient bien au traitement des blessures, des brûlures et des piqûres ; indiqué en cas d'affections des voies respiratoires, de migraines et d'états dépressifs.
Romarin	Clair et doux -	-Indiqué en cas d'insuffisance hépatique et circulatoire ; en cas de troubles de la digestion, de la bile et du foie.

(Bogdanov *et al*, 2006).

3.2. La gelée royale

3.2.1. Définition

La gelée royale, également connue sous le nom de "lait d'abeille", est caractérisée par certaines caractéristiques : la couleur blanchâtre vire au jaune lors du contact avec l'air, odeur phénolique, goût collant et gélatineux. Le pH acide est de 3-4, il devient donc acide dans la bouche. (Fratini *et al.*, 2016) Sécrétée par la glande hypopharyngée dans la tête d'abeille. Seule la reine peut en consommer tout au long de sa vie, mais d'autres abeilles ne l'obtiennent que pendant les trois premiers jours de leur vie. (Khenfer *et al.*, 2001).



Figure 20 : La gelée royale (Blanc, 2010)

3.2.2. Caractéristiques physico-chimiques

La gelée royale se distingue par des caractéristiques spécifiques : couleur légèrement blanche jaunissant lorsqu'il est exposé à l'air, à une odeur caractéristique de phénol, un goût visqueux et visqueux (Fratini *et al.*, 2016). Elle est fortement acide et légèrement amère avec une odeur âcre (Philippe, 1999).

3.2.3. Rôle thérapeutique

3.2.3.1. Infections virales et bactériennes

La gelée royale aide à renforcer l'immunité et à prévenir la propagation des maladies virales surtout pendant la période hivernale où le corps est testé avec des conditions météorologiques (Laurent, 2014).

3.2.4. Gelée royale et reproduction

La gelée royale pure aide à combattre l'infertilité chez les femmes et les hommes en régulant les niveaux d'hormones, en réduisant le risque d'inflammation et en augmentant le désir sexuel (Anonyme1, 2018). Elle aide à rétablir l'équilibre hormonal chez l'homme, elle est un bon régulateur des hormones ovariennes et de l'hypophyse, et est recommandée en tant que complément alimentaire pour les femmes et les hommes en raison de sa capacité à normaliser

la fonction des glandes surrénales responsables de la production d'androgènes et des effets positifs qu'elle apporte sur les testicules, responsables de la testostérone.

3.3. Cire

3.3.1. Définition

La cire d'abeille est un matériau doux, jaunâtre et fusible qui est fabriqué au niveau supérieur. Glandes cireuses de jeunes ouvrières en forme d'écailles transparentes de 1,5 mm de long Longueur environ 1 mm de largeur (Jean-Prost P, 2005). Glandes de cire, situées sur La face ventrale des abeilles sécrète des plaques cireuses ou "écailles", clair comme de l'eau de roche. Une fois qu'une abeille a produit une croûte, elle retourne sur le chantier pour ajouter sa cire. (Bradbear N, 2010).

3.3.2. Composition

C'est un composé très complexe contenant plus de 300 molécules d'ester d'alcool, acides gras et acides libres (acides cérotiques), sucres, avec des traces de propolis, les pigments du pollen et les éléments volatils lui donnent son parfum caractéristique, la cire d'abeille est particulièrement riche (Ballot-flurin, 2010).

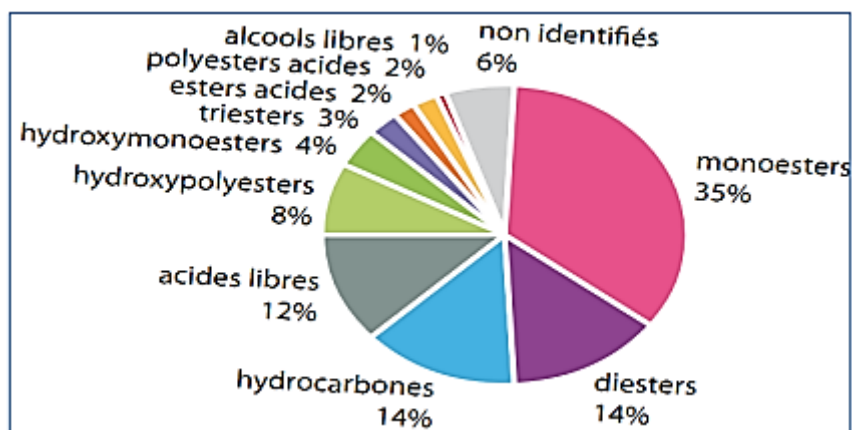


Figure 21 : la Composition de la cire (Société Royale d'Apiculture de Bruxelles et Ses Environs SRABE ,2011)

3.2.3. Rôle thérapeutique

La cire d'abeille adoucit et nourrit la peau, elle est utilisée pour traiter la peau endommagée, sans vie et sujet aux problèmes, résistant aux fissures, (pommade antidouleur, crème pour peaux sensibles).

3.4. Pollen

3.4.1. Définition

Particules de pollen, petites particules sphériques ou ovoïdes dont la taille varie de 20 à 40 microns, ils sont contenus dans les sacs polliniques des anthères des fleurs et servent à fertiliser la fleur femelle et former des gamètes mâles dans le sexe plante. (**Donadieu, 1987**).

3.4.2. Rôle thérapeutique

3.4.2.1. Affections thyroïdiennes

Le pollen d'abeille et le pain d'abeille contiennent de l'iode et sont donc recommandés dans traitement du dysfonctionnement thyroïdien dû à une carence en iode. (**Renoux, 2009**).

3.4.2.2. Affections ophtalmiques

Le pollen est un excellent complément alimentaire pour les affections ophtalmiques car il contient de la rutine et du β -carotène (**Cherbuliez et Domerego, 2003**).

3.4.2.3. Pollen et reproduction

Le pollen a des propriétés gonadotropes, il agit sur les gonades humaines, ce qui explique Son action sur la reproduction, la vitalité et la croissance, il est aussi reconnu pour Son action bénéfique sur la prostate (**Ballot-flurin, 2010**). Et comme conditionneur et principes actifs spermato gènes, le pollen a un effet positif sur la carence sexe. De plus, le pollen d'abeille et le pain sont utilisés en cas de troubles menstruels et dans les troubles liés à la ménopause par leurs phytostérols et les flavones compensent le manque d'œstrogène qui peut être à l'origine de ces tr (**Renoux, 2009**).

3.5. Venin

3.5.1. Définition

C'est un sous-produit de la ruche. En fait, il faut environ 10 000 abeilles pour récolter 1 gramme de poison. (**Bradbear, 2010**). Il est produit au niveau de la glande acide de l'appareil vulnérant. La glande alcaline ou glande de Dufour jouerait un rôle dans la production de venin (**Jean-Prost, 2005**).

3.5.2. Caractéristiques physico-chimiques

Le venin produit est un liquide incolore et très acide (**Darrigol, 1979**).

3.5.3. Rôle thérapeutique

Le venin, par la mélinite et l'apamine qu'il contient, active la circulation sanguine, régule la tension artérielle, adoucit les capillaires, favorise la circulation sanguine et augmente-la

Production de globules rouges. Il a des effets anti-inflammatoires principalement dus à la mélinite, car il stimule la production naturelle de cortisol, le principal composant de la cortisone

(l'hormone la plus active des glandes surrénales). En revanche, certains composants du venin sont impliqués dans la réduction de la douleur, tout comme l'aspirine, le venin soulage la douleur en agissant sur l'ensemble du système nerveux central et les fibres motrices. (**Ballot-flurin, 2010**).

3.6. Propolis

3.6.1. Définition

Le nom "propolis" en grec ancien signifie "entrée d'une ville". En effet, la propolis joue un rôle dans la protection de la ruche. (**Laurence, 2019**). La propolis est issue de la résine végétale sécrétée par certaines plantes à partir des bourgeons des feuilles, des tiges ou des fleurs. Ces plastiques peuvent avoir plusieurs fonctions : protection contre les agents pathogènes (champignons) et contre le froid. Il est utilisé par les abeilles pour enrober les cellules afin d'optimiser la régulation du microclimat dans la ruche. (**Prost, 2005**).



Figure 22 : la propolis (**Aouabdia et Berkani, 2018**).

3.6.2. La composition de propolis

Comme pour le miel et le pollen, la composition de la propolis varie selon les plantes où elle a été récoltée par les abeilles. La figure suivante présente la composition de propolis.

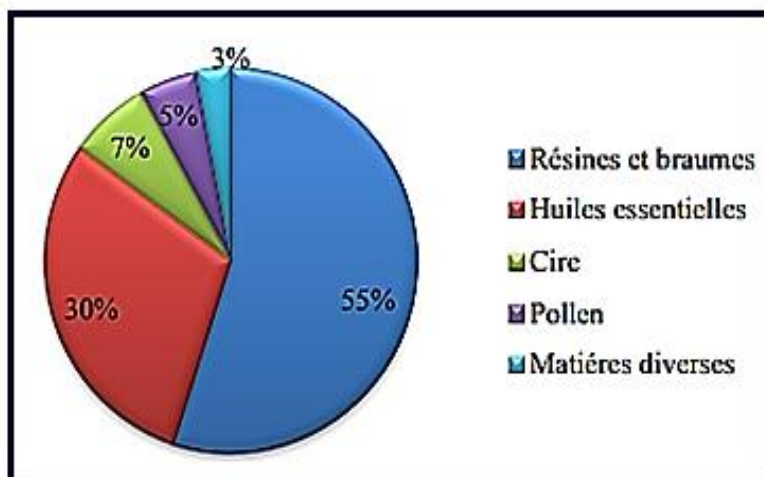


Figure 23 : La composition de propolis (Guillo-Legendre, 2010).

3.6.3. Posologie

Pour un usage topique (traitement des zones ORL, respiratoires et bucco-dentaires), il est préférable d'utiliser la propolis brute ou sous forme de teintures et voire de comprimés à sucer ou à mâcher. Des gels ou des pommades peuvent être utilisés pour le domaine dermatologique. Le nombre d'applications est proportionnel à la douleur. En usage oral (systémique), pour prévenir les risques de maladies, la dose recommandée est de 1 à 3g de propolis pure par jour (soit 400mg à 1,2g d'extrait sec). La durée du traitement peut être de 1 à 2 mois (Poirot, 2013).

3.6.4. Propriétés de la propolis

3.6.4.1. Propriétés physico-chimiques

- ✓ Consistance : variable selon la température : dure et friable à 15°C, moelleuse à 30°C et collante et plus collant et fond à 60/70°C.
- ✓ Densité : 1,2
- ✓ Solubilité : très légèrement soluble dans l'eau, partiellement soluble dans l'alcool, l'acétone, le benzène, éther...

3.6.4.2. Propriétés Organoleptique

- ✓ Couleur : jaune, orange, verte, violette, brune, noire
- ✓ Odeur : aromatique
- ✓ Saveur âcre, piquant, parfois amer, engourdit les muqueuses, buccal (SAUVAGER, 2014).

3.6.4.3. Propriétés thérapeutiques

La propolis, c'est avant tout des propriétés antibactériennes, antivirales, anti-inflammatoires, antalgiques, immunostimulantes, hépatoprotectrices et antitumorales. **(Poirot, 2013)**. Il est indiqué en cas de mycose cutanée, furoncles, herpès, zona, acné, brûlures, plaies, acné, kystique, psoriasis, eczéma, angine de poitrine, asthme, aphtes, abcès, vaginite, effet chimiopréotateur, Anti-infectieux **(Sauvager, 2014)**.

3.6.5. Conservation et consistance de la propolis

Conserver à l'abri de la lumière et de la chaleur. La couleur de la propolis varie du jaune au noir avec des nuances de rouge et de vert. Son odeur est très parfumée avec un mélange de résine, de cire, de vanille et de miel. Sa consistance devient la consistance du chewing-gum lors de la mastication de la propolis, mais la propolis collera aux dents dès le premier instant. La température modifie la densité. A basse température, 10°C, la propolis durcit et s'effrite facilement alors qu'aux alentours de 30°C elle se ramollit et devient malléable, souple et collante. Vers 65°C, il fond. La propolis n'est pas soluble dans l'eau mais dans l'alcool. Le dissoudre dans de l'alcool éliminera les flocons de cire et autres impuretés **(EON, 2011)**

3.6.6. Effet indésirable

A proprement parler, il n'y a pas de contre-indications à l'utilisation de la propolis, seules les personnes allergiques ou prédisposées doivent l'utiliser avec prudence, voire éviter certaines voies d'administration (l'inhalation et surtout celles sujettes aux allergies cutanées doivent être totalement exclues sur place Parfois pour rapports (le plus souvent lorsque les doses sont trop élevées pour la susceptibilité du sujet, ou utilisées trop souvent, provoquent des douleurs intestinales telles que diarrhée et irritation de la bouche **(Eon, 2011)**).

Partie
Expérimentale

Chapitre 4
Martiales Et Méthodes

4.1. L'objectif de cette étude

Les ruches sont sensibles à de nombreuses maladies fongiques, bactériennes et virales. À travers cette étude, nous avons voulu montrer l'étendue de l'activité antibactérienne de propolis sur la loque américaine. Par conséquent, nous avons préparé une solution de propolis avec différentes concentrations après avoir ajouté de l'éthanol 90%. Ensuite, nous avons testé le produit sur une souche isolée à partir d'une colonie d'abeille infectée par cette maladie.

4.2. Matériels et Méthodes

4.2.1. Échantillonnage

L'échantillonnage a été effectué sur des couvains présentant des signes cliniques typiques de la loque américaine, en l'occurrence couvain en mosaïque, l'odeur aigre et test d'allumette positif.

4.2.3. Région de la récolte de la propolis

Dans cette étude pratique, l'échantillon de propolis a été collecté dans la région de Tissemsilt (Algérie), la localisation géographique de cette région est montrée dans la figure 24.

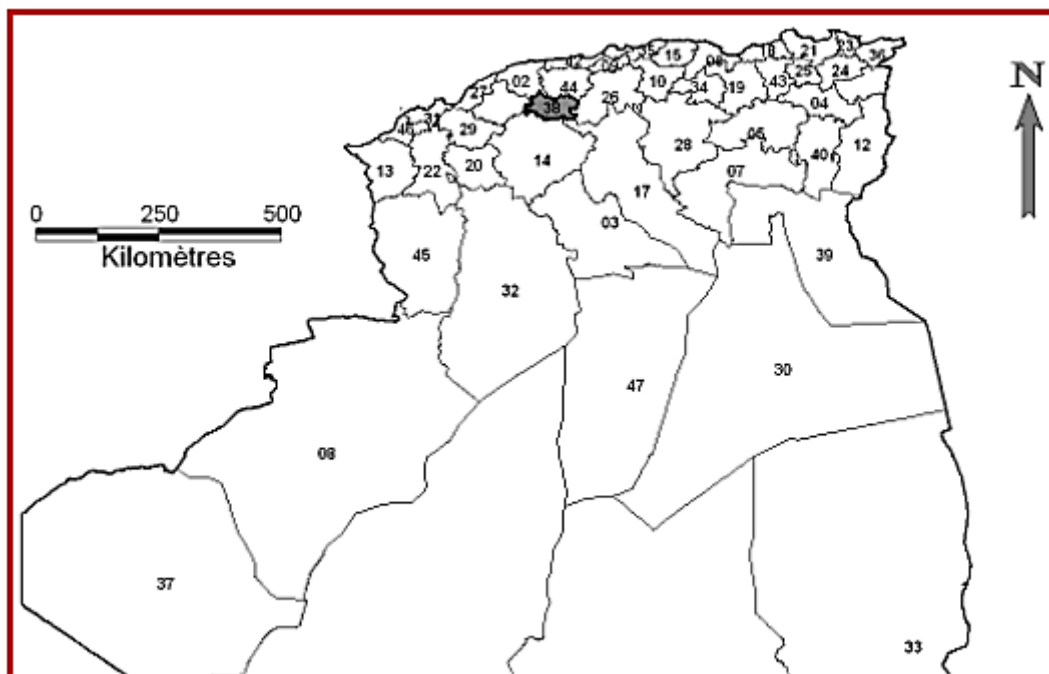


Figure 24 : Localisation géographique de la Wilaya de Tissemsilt

35° 36' 00" N 1° 49' 00" E / 35.6

La propolis a été récoltée par grattage des cadres ou des parois de la ruche, de température assez basse (fig25). La propolis alors qui est dure et friable se détache mieux ensuite, il a été conservée et stockée à l'abri de la lumière et à basse température à moins de -18°C.



Figure 25 : Récolte de la propolis par grattage (originale 2022).

2.3. Matériels de laboratoire

Pour réaliser l'étude pratique en laboratoire, nous avons utilisé les dispositifs et solutions suivants

4.2.4. Les appareils et les petits matériels

- ✓ Balance
- ✓ Agitateur magnétique
- ✓ Étuve à 37°C
- ✓ Autoclave
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Bain marie
- ✓ Rota vapeur
- ✓ Microscope optique
- ✓ Pipettes pasteur
- ✓ Papier filtre
- ✓ Bec benzène
- ✓ Para film

- ✓ Pissette d'eau distillée

4.2.4.1. Les solutions

- ✓ Eau stérilisé
- ✓ Eau distillé
- ✓ Éthanol à 90° dégré
- ✓ Kit de colorants
- ✓ Milieu de culture MYPGP.

4.2.4.2. Verreries

- ✓ Flacon
- ✓ verre de montre
- ✓ Éprouvettes graduée 100ml.
- ✓ Les Boites Pétri
- ✓ Entonnoir

4.2.5. L'isolement de la bactérie *Paenibacillus larvae*.

4.2.5.1. Préparation de milieu de culture

Le milieu de culture sélectif MYPGP est utilisé pour la mise en évidence de *Paenibacillus larvae* (Dingmann et Stahly, 1983). Il est composé de 10 g de Bouillon Mueller-Hinton (Oxoid CM0405), 15 g d'extrait de levure, 3 g de phosphate de potassium (K₂PO₄), 2 g de glucose, 1 g de pyruvate de sodium (C₃H₃NO₃) et de 20 g d'agar.

Tous les ingrédients mentionnés sont versés dans un flacon de verre de 1000 ml, ensuite compléter le flacon jusqu'à 1000 ml par l'eau distillée, le milieu est stérilisé après homogénéisation à 120°C pendant 15 minutes (fig. 26).



Figure 26 : flacon contient milieu de culture MYPGP (originale 2022).

En suite le milieu préparée est coulée dans les boites de Pétri pour l'isolement de la bactérie (fig.27).



Figure 27 : distribue le milieu de culture au boites de Pétri (originale 2022)

4.2.5.2. Ensemencement et incubation

Le prélèvement est ensuite ensemencé sur une gélose MYPGP. Ce milieu donne de meilleurs résultats surtout s'ils sont incubés en présence de 5% de CO₂. Après 2 à 4 jours d'incubation à 35-37°C, les colonies suspectes (petites colonies grisâtres, d'aspect butyreux et à contour régulier) sont identifiées.

4.2.5.3. Identification de *P. larvae*

Lorsque les prélèvements présentent des signes cliniques typiques de la loque américaine, c'est le cas de notre prélèvement, il suffit d'avoir une morphologie caractéristique des colonies, contenant Gram positif, catalase négative, pour confirmer la présence de la maladie. Conclusion sera : la loque américaine positive.

4.2.5.3.1. Examen macroscopique

La morphologie des colonies de *P. larvae* ensemencées sur une gélose MYPGP se diffère d'une souche à une autre. Sur la gélose PLA, les colonies de *P. larvae* sont petites, de couleur vert pâle ou jaune (la même couleur que le milieu), avec une surface rugueuse légèrement opaque ; le centre est parfois surélevé. Sur la gélose MYPGP, les colonies sont petites, régulières, en général rugueuses, plates ou surélevées, blanchâtres ou beiges. Sur la gélose au sang de

Colombie (CSA), les colonies de *P. larvae* sont petites, régulières, luisantes, butyreuses et grisâtres. Pour cette étude, nous avons utilisé la gélose MYPGP, selon la disponibilité, pour l'isolement de la bactérie.



Figure 28 : Caractérisations morphologiques des colonies de différentes souches de *Paenibacillus* ; larvæ ensemencées sur différents milieux de culture : Photographie Alippi (1992) cité par OIE (2014)

4.2.5.3.2. Examen microscopique

La coloration de Gram est la technique microscopique utilisée pour confirmer la présence de la bactérie *Paenibacillus larvae* dans les échantillons des abeilles (**Murray et Aronstein, 2008**). La première étape de cette méthode consiste à fixer un film bactérien provenant d'une culture de 18 à 24 heures sur une lame. Couvrir complètement la lame avec du violet cristal. Ensuite laisser agir le violet cristal pendant 60 s puis laver à l'eau pendant 5 s. L'échantillon doit apparaître coloré en bleu-violet à l'œil nu. Recouvrir la lame avec la solution d'iode pendant 1 min. Après il faut rincer la lame à l'eau pendant 5 s (à ce stade, l'échantillon doit toujours être bleu-violet) et continuer immédiatement par application du décolorant, l'éthanol. Ajouter l'éthanol goutte à goutte jusqu'à ce que l'échantillon n'apparaisse plus bleu-violet. L'étape finale consiste à faire un rinçage pendant 5 secondes et appliquer le contre colorant, la safranine. Ce dernier doit couvrir la lame pendant 1 min. Les bactéries Gram + ne se coloreront pas ou très peu avec la safranine tandis que les bactéries Gram - apparaîtront colorées en rose et seront faciles à distinguer. Avant l'observation avec le microscope, il faut rincer la lame avec du l'eau distillée pour éliminer l'excès de colorant et laisser sécher à l'air.

4.2.6. L'extraction des principes actifs de la propolis

Cette technologie explique comment fabriquer des extraits de propolis à base d'alcool à partir de la propolis brute.

- ✚ Casser la propolis brute en petits morceaux Si la propolis est trop collante pour être broyée correctement, elle doit être placée dans un réfrigérateur ou un congélateur pendant quelques heures.
- ✚ Nous prenons une quantité de propolis de l'ordre de 5 g et la mettons dans 10 ml d'alcool éthylique à 90%, puis dissous de manière homogène par un agitateur pendant 1 heure. (fig.29).



Figure 29 : préparation de l'extrait éthilyque de propolis (originale 2022)

- ✚ Laissez le mélange dans un endroit sombre et chaud pendant au moins trois jours.
- ✚ Après une ou deux semaines, la préparation est prête et doit être filtrée à travers un filtre très fin et propre en tissu, en papier ou en boules de coton. Le tissu peut être plié en plusieurs couches pour accroître son efficacité. Une seconde filtration peut être avantageuse. Les restes de la première filtration peuvent être lavés ou trempés à nouveau dans de l'alcool, Le filtrat doit être un liquide clair, exempt de particules et de couleur brun foncé ou légèrement rougeâtre. (fig.30).



Figure 30 : filtration la solution de propolis (originale 2022)

- ✚ Il doit être conservé dans des bouteilles propres, hermétiques et sombres. Si vous ne pouvez pas vous procurer de bouteilles de couleurs foncées, conservez le filtrat dans une bouteille transparente emballée avec du tissu, du papier ou de la paille. Dans tous les cas, entreposez le tout dans un endroit frais et sombre, à l'abri de la lumière.

4.2.7. Test de l'efficacité au l'extrait de propolis

4.2.7.1. Test de l'antibiogramme

Nous avons adapté la Méthode de (Marie et al) pour tester l'activité antibactérienne de propolis, La technique utilisée pour ce test est celle décrite par **Marie et al., 1998**. Il s'agit de la diffusion sur gélose (méthode des disques) dont le principe est la détermination de la sensibilité ou la résistance des souches microbiennes testées vis-à-vis des différents antibiotiques. Cette méthode s'effectue par un dépôt de disques stériles de 6 mm de diamètre, imbibés de l'antibiotique à tester, sur une gélose préalablement coulée dans une boîte de pétrie et ensemencée par des colonies de la loque américaine. Après incubation, l'évaluation du pouvoir antimicrobien de l'antibiotique à tester se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition, qui se traduit par un halo clair au tour du disque absorbant. A partir des colonies isolées, on réalise un ensemencement par stries sur milieu MYPGP.(fig. 31).

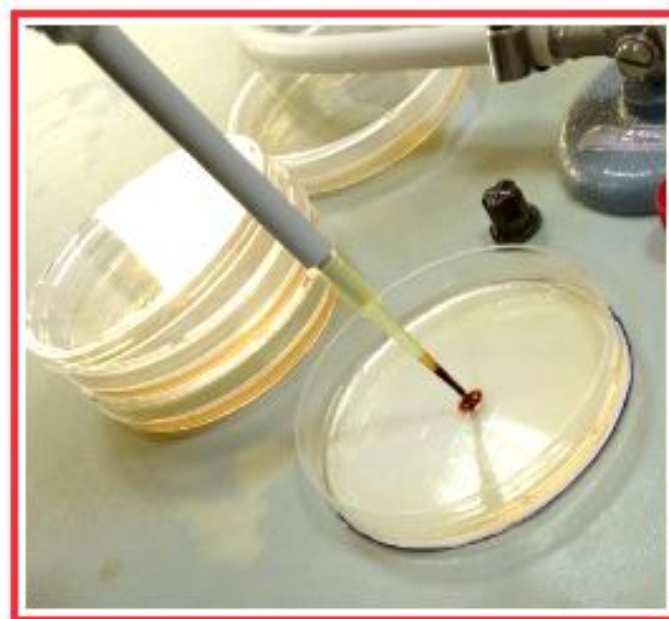


Figure 31 : méthode des disques (originale 2022)

4.2.7.2. Dépôt des disques

Dans des conditions aseptiques et à l'aide d'une pince stérile, des disques de 6 mm de diamètre précédemment stérilisés sont imbibés avec l'extrait de propolis en différentes concentrations et déposés à la surface de la gélose MyPGP préalablement ensemencée avec la bactérie *Paenibacillus larvae*. Les boîtes ont été incubées 24h à 37°C (**Rozman et Jersek, 2009**).

4.2.8. Les analyses statistiques

Toutes les analyses statistiques sont effectuées par le logiciel SAS version 9. La probabilité a été choisie à 95%. Pour l'analyse descriptive, la procédure Means a été utilisée pour estimer les moyennes et les écarts-types. Nous avons choisi un modèle linéaire généralisé (GLM) pour comparer entre les différentes doses appliquées. Ainsi, la comparaison des moyennes a été faite par le test non-paramétrique de Wilcoxon. Le groupement des doses homogènes est réalisé par le test de Duncan-Waller.

Chapitre 5

Résulta Et Discussion

L'identification de *P. larvae*

5.1.1. Identification macroscopique

Après avoir isolé la bactérie responsable de la maladie, Les colonies de *Paenibacillus larvae* qui apparaissent sur le milieu sélectif MYPGP-agar, sont petites, régulières de formes plates ou surélevées, de couleur blanchâtre ou beige (Fig. 32).

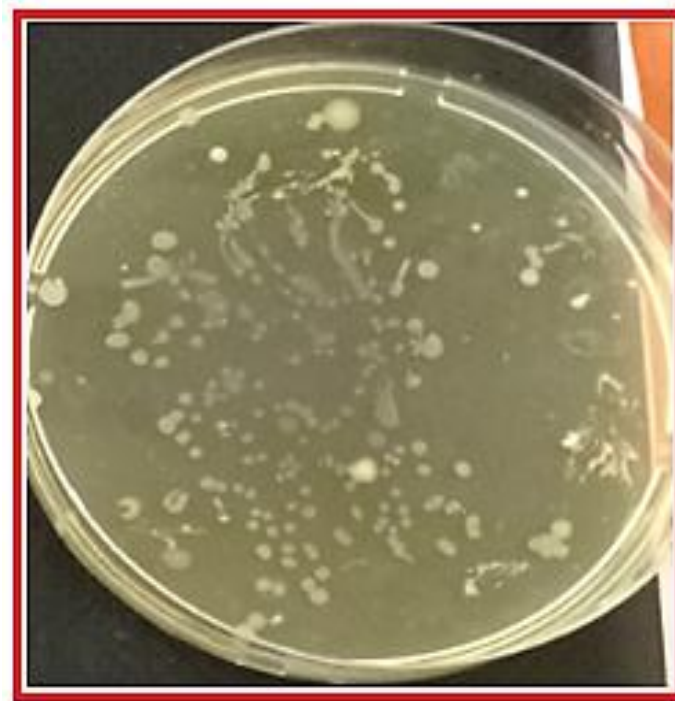


Figure 32 : Aspect macroscopique de *Paenibacillus larvae* (originale 2022)

5.1.2. Identification microscopique

Les spores de la bactérie *P. larvae*, sous microscope à l'état frais, apparaissent sous leurs formes bacillaires mobiles, isolées ou en chaînettes. Après coloration de Gram, la bactérie *P. larvae* vue au microscope optique au grossissement X100 est de couleur violette, donc retient la coloration de Gram, elle est isolée ou associée en chaîne. Sa forme est bacillaire (Fig. 33).

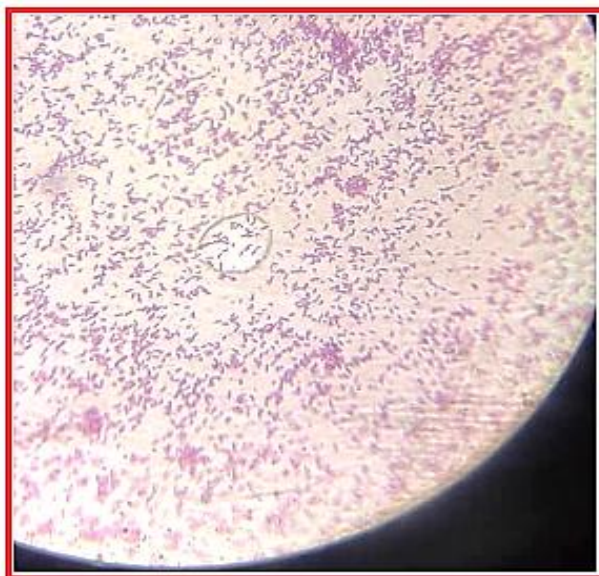


Figure 33 : Observation des bactéries avec la coloration de Gram⁺ (originale 2022).

5.2. L'extrait de propolis obtenues

L'isolement de la propolis à partir des ruches installées dans les régions de tissemisilt, a donné un extrait homogène qui apparaît en couleur brun foncé (fig36).

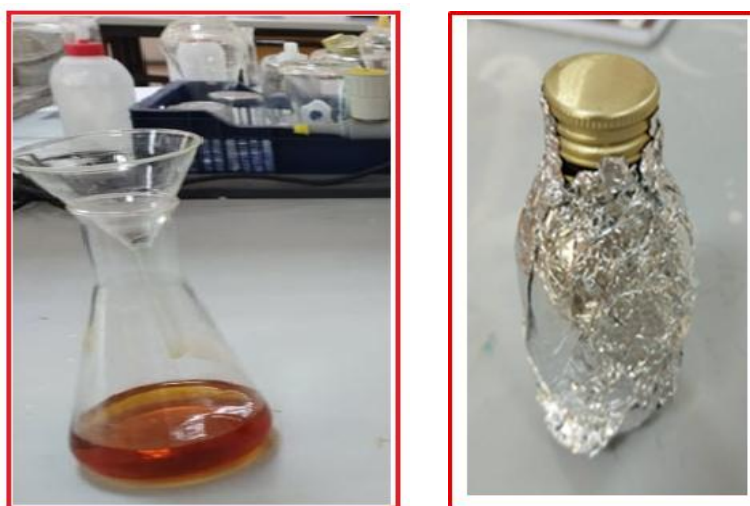


Figure 34 : l'extrait de propolis obtenu (originale 2022).

D'autre part, la propolis rouge brésilienne se trouve dans le nord-est du Brésil et est préparée avec des exsudats collectés à partir de *Dalbergia ecastophyllum* (Lotti *et al.*, 2016).

En Europe et dans d'autres zones tempérées, où les abeilles récoltent les bourgeons de *Populus* espèce comme matière première pour la préparation de la propolis, elle est souvent appelée propolis «peuplier» (Bankova, 2005 ; Chasset *et al.*, 2016).

5.3. Lecture des résultats

L'inhibition de croissance conduit à la formation d'une zone claire (zone d'inhibition) autour des disques d'antibiotiques. La lecture de l'antibiogramme a été faite en mesurant, à l'aide d'une règle graduée, les diamètres d'inhibition autour des disques.

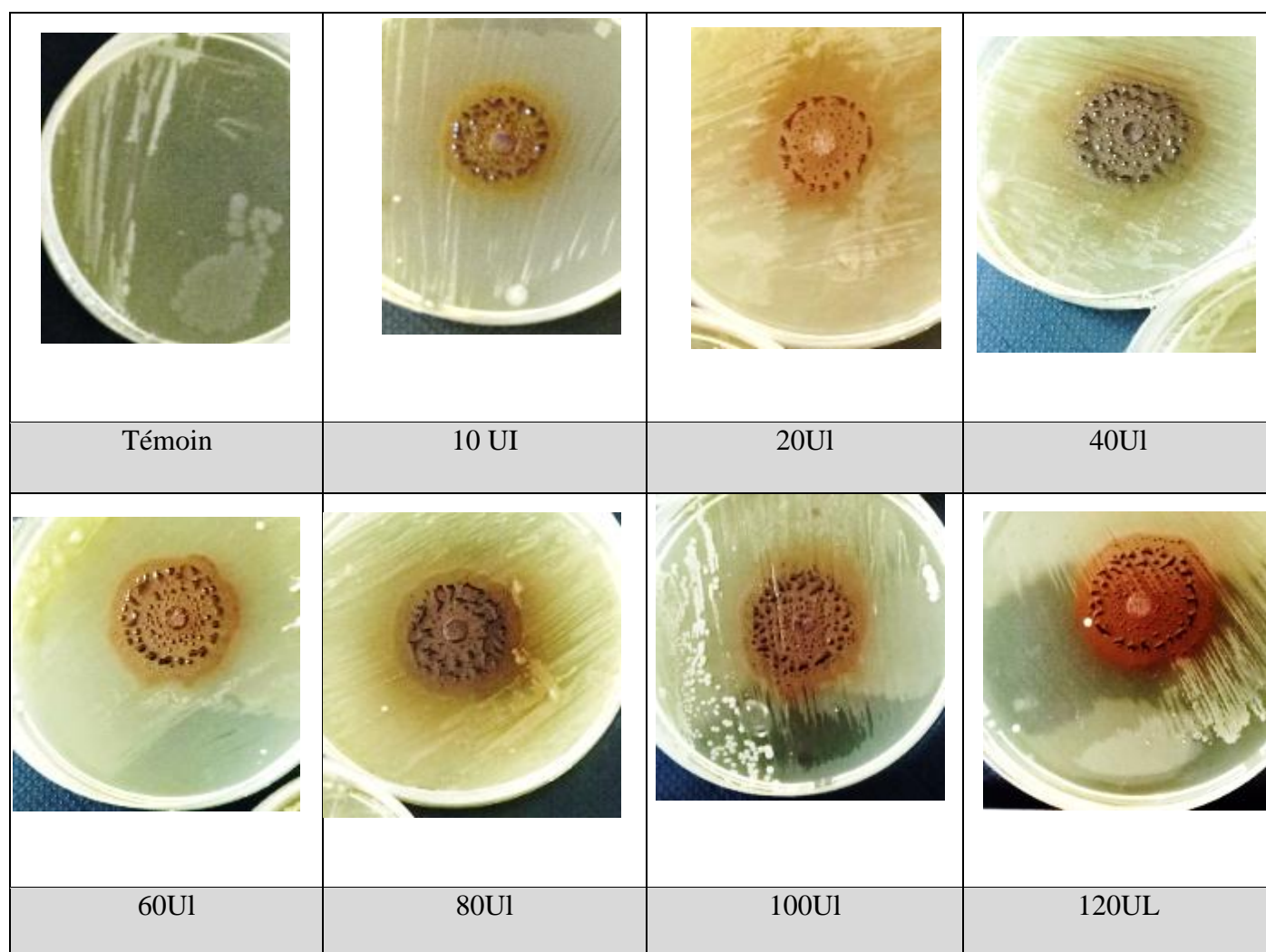


Figure 35 : Photos d'échantillons montrant l'effet de différentes doses de propolis sur la Zone d'inhibition.

Le présent travail rapporte la première étude systématique sur l'utilisation de l'extrait éthanolique de la propolis pour le traitement des ruches affectées par *Paenibacillus larvae*.

Ces résultats indiquent que le PEE a une activité antibactérienne directe *in vitro* contre les cellules végétatives de *P. larvae* et que de très faibles concentrations de propolis sont nécessaires pour inhiber cette activité.

5.4. Analyses descriptives

Après avoir effectué les analyses et estimé les mesures, nous avons obtenu des résultats qui sont illustrés dans le tableau 6.

Tableau 06 : Les résultats du développement de la zone d'inhibition en termes de concentration de propolis.

Région	Les doses	Zone d'inhibition	
		X	Y
Tissemsilt	Témoin	0 ±0	0 ±0
	10 UI	2.03 ±.015	1.23±0.15
	20 UI	3.16±0.15	2.9 ±0.1
	40 UI	3.7 ±0.2	3.4 ±0.1
	60 UI	4.16±.015	3.8 ±0.1
	80 UI	5.07 ±0.15	4.76 ±0.21
	100UI	5.4 ±0.1	5.2 ±0.2
	120 UI	5.42±0.1	5.23 ± 0.1

A la lecture des résultats du tableau, on peut constater qu'il y a bien un effet de l'extrait de propolis, et c'est l'essentiel, mais le degré d'efficacité varie, car plus la concentration de propolis est élevée, plus son effet est de décanter et restent stables après la dose n°6 dans la concentration de 120 UI. Ces résultats sont cohérents avec ce qui a été trouvé dans plusieurs études. Ainsi, des études ont montré que la propolis de plusieurs régions peut inhiber la croissance de *P. larvae* *in vitro* (**Lindenfelser, 1967 ; Bastos et al., 2008**).

Au cours de l'étude pratique, nous avons réalisé huit expériences qui ne différaient les unes des autres que par la concentration de la solution de propolis. Chaque expérience a été répétée trois fois, et nous avons constaté qu'il n'y avait aucune différence significative entre les trois répétitions pour le diamètre 01 (valeur de $F=0.62$; $DDL=2$; $P=0.5566$) et le diamètre 02 (valeur de $F=0.06$; $DDL=2$; $P=0.9389$). Ces résultats obtenus ont confirmé que les étapes

expérimentales se sont bien déroulées au niveau de la matière première utilisée et les conditions du milieu de culture, et que tous les moyens et outils ont été utilisés selon les normes approuvées. Quant à la méthode de travail, elle était appropriée, et comprenait toutes les étapes appliquées.

5.5. Relation entre l'efficacité et la dose

Une différence hautement significative a été trouvée entre les différentes doses appliquées sur la loque américaine en utilisant le test non paramétrique de Wilcoxon pour la comparaison des moyennes, pour le diamètre 01 ($Kh^2=19.6875$; $DDL=6$; $P=0.0031$) et le diamètre 02 ($Kh^2=19.6265$; $DDL=6$; $P=0.0032$).

Le même résultat est obtenu par l'utilisation d'un modèle linéaire, généralisé, dont une différence très hautement significative a été trouvée entre les différentes doses pour le diamètre 01 (valeur $F=482.95$; $DDL=6$; $p<0.0001$), et pour le diamètre 02 (valeur $F=463.17$; $DDL=6$; $p<0.0001$), Avec des valeurs R^2 , successivement, qui égalemment à 0.9958 et 0.9957.

Le groupement des doses homogène a été effectué par l'utilisation de test de Duncan-Waller, qui a donné 07 groupes distinctifs pour les deux diamètres étudiés.

Le groupe A contient la dose de 100ml/l. pour le groupe B, on trouve la dose de 80ml/l.

Quant au groupe C nous avons la dose 60ml/l. le groupe D est représenté par la dose de 40 ml/l. le groupe E contient la dose de 20ml/l. pour le groupe F, On trouve la dose de 10ml/l. finalement, le groupe 6 est représenté seulement par le témoin.

D'après les résultats obtenus (tab 07 ; tab8 ; fig36), l'extrait de propolis a donné une efficacité importante contre la loque américaine. Cette efficacité se diffère d'une dose à une autre, plus qu'un augmente en concentration plus qu'un aura une efficacité élevée.

A partir de la dose 100 ml/l, l'efficacité sera stationnaire (fig. 36).

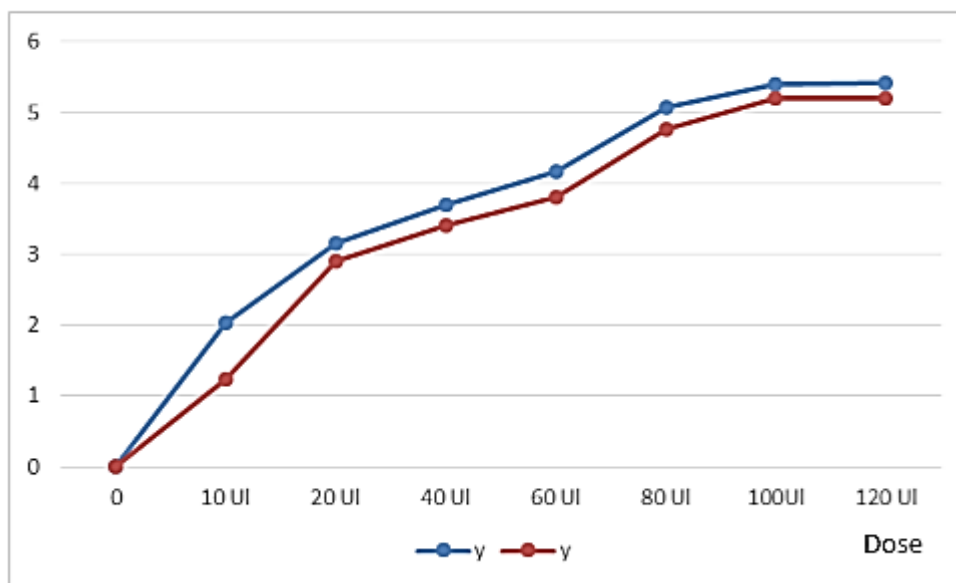
Tableau 07 : groupement des doses homogènes pour le diamètre 01.

groupement	moyenne	nombre	Traitement
A	5.4000	3	7
B	5.0667	3	6
C	4.1667	3	5
D	3.7000	3	4
E	3.1667	3	3
F	2.0333	3	2
G	0.0000	3	1

Tableau 08 : groupement des doses homogènes pour le diamètre 02.

groupement	moyenne	nombre	Traitement
A	5.2000	3	7
B	4.7667	3	6
C	3.8000	3	5
D	3.4000	3	4
E	2.9000	3	3
F	1.2333	3	2
G	0.0000	3	1

Diamètre

**Figure 36** : graphe de variation des deux diamètres en fonction des doses appliquées.

Certain souche de la loque américaine a une résistance remarquable par rapport d'autre. Ce qui peut influencer sur l'efficacité des traitements appliqués contre maladie. Cependant l'origine Botanique peut jouer un rôle considérable dans l'efficacité, les résines végétales sont généralement des mélanges complexes de composés phénoliques et isoprénoides qui fonctionnent dans la défense des plantes contre les agents pathogènes et les ravageurs (**Langenheim, 2003**), bien que la composition des résines et l'activité antimicrobienne puissent être très variables entre les plantes de différentes régions ou même entre les espèces d'un même genre (**Lindenfelser, 1967 ; Bastos et al., 2008 ; Wilson et al., 2013**). La diversité

Fonctionnelle des résines végétales est relativement inconnue, mais le fait d'avoir une diversité de résines disponibles pour fabriquer de la propolis peut avoir des bénéfices importants pour la santé des abeilles domestiques. La disponibilité de diverses sources de résine dans l'environnement peut fournir une redondance fonctionnelle (**revue dans Rosenfeld, 2002**).

La propolis provenant de différentes régions a donné une efficacité hétérogène aux plusieurs maladies, notamment antimicrobienne et antivirale (**Bankova et al., 2014 ; das Neves et al., 2016 ; Nolkemper et al., 2010**), propriétés antioxydantes (**Azemin et al., 2018 ; Mello et Hubinger, 2012 ; Sun et al., 2015**), anticancéreux (**Markiewicz-Zukowska et al., 2013 ; Xuan et al., 2014**), anti-inflammatoire et cytostatique (**Corrêa et al., 2017 ; Kismet et al., 2017**), immunostimulants (**Nassar et al., 2012**) et antiallergiques (**Yasar et al., 2016**).

La recherche moderne a largement et définitivement confirmé les bienfaits thérapeutiques de la propolis. La propolis s'est avérée bénéfique dans les maladies chroniques et systémiques telles que le diabète, les maladies cardiovasculaires, les maladies rénales chroniques, les cancers et les maladies bucco-dentaires (**Halboub et al., 2020 ; López-Valverde et al., 2021**). Il a également été démontré que la propolis soulage les symptômes des infections aiguës (**Jautová et al., 2019**). Plus important encore, plusieurs essais randomisés contrôlés par placebo ont démontré le bénéfice thérapeutique de la propolis chez les patients Covid-19 (**Kosari et al., 2021**). Cela peut être expliqué par la différence dans la composition de propolis issues de différents biotopes. L'utilisation bénéfique de la propolis a suscité un enthousiasme accru pour l'étude de sa composition chimique en relation avec ses origines botaniques. On retrouve ainsi des composés poly phénoliques dans la propolis produite par *Apis mellifera*. Les flavonoïdes, les polyphénols fondamentaux de la propolis, sont affectés par la source et l'environnement botanique écologique où vit l'abeille (**Toreti et al., 2013 ; Becerra et al., 2019**). Effectivement ces études ont prouvé que l'origine botanique de propolis peut changer considérablement la composition de celle-ci.

L'activité antimicrobienne de la propolis a été démontrée dans des études cliniques, in vivo et in vitro. La propolis possède des propriétés antibactériennes contre les souches Gram positives et négatives (**Noronha et al., 2014**). Les effets antibactériens de la propolis sont peut-être liés à la présence de flavonoïdes tels que la galangine, la pinocembrine, la rutine, la quercétine et la naringénine, ainsi que du CAPE, puisque ces composés sont connus pour augmenter la perméabilité des membranes bactériennes (**Stepanovic et al., 2003**).

5.6. Relation mode de récolte et l'efficacité

Nous avons utilisé la propolis grattée à partir des ruches, l'abeille pour qu'elle puisse limiter, voir empêcher le développement des microorganismes à l'intérieur de sa ruche lorsque cette dernière a connu l'entrée d'un animal de grande taille (ex : souris), elle utilise la propolis pour entourer cet animal après sa mortalité, les ouvriers collent dans certains cas la propolis directement sur le corps des envahisseurs pour les immobiliser (**Harano et al., 2020**).

C'est partiel pour les autres animaux, notamment les insectes, le grattage de propolis donne un produit plein de reste des insectes et d'autres résidus et déchets, un facteur qui peut limiter l'efficacité de propolis grattée, par contre, la propolis récoltée par des grilles ne contient pas de déchet ni des résidus.

5.7. Remplacement des traitements chimiques et antibiotiques par des traitements naturels

Nous avons constaté d'après les résultats obtenus dans cette étude que la propolis peut remplacer avec une efficacité remarquable les antibiotiques pour lutter contre la loque américaine *P. larvae*.

-L'utilisation des antibiotiques a comme conséquences les résidus de ces antibiotiques dans le miel. Durant l'année 2001, une première alerte a été lancée, lors de la publication de la première enquête du magazine des consommateurs belges Test-Achats (**Bruneau, 2006**).

L'article mettait en évidence qu'un pourcentage important de miels d'importation (plus de 80 %) présentait des traces d'antibiotiques, ainsi que deux miels bio sur quatre (**Bruneau, 2006**).

Au cours des années trente, afin de lutter contre la loque américaine les apiculteurs utilisaient des antibiotiques du groupe des sulfamides et plus tard de la streptomycine, de la pénicilline et de la terramycine. Cependant, il s'est rapidement aperçu qu'il était difficile d'éliminer la loque américaine avec des antibiotiques, car ceux-ci ne détruisaient que la forme végétative des bactéries. C'est la raison pour laquelle l'utilisation d'antibiotiques est aujourd'hui interdite dans l'UE pour lutter contre la loque américaine.

D'où aujourd'hui, la présence des résidus d'antibiotiques dans le miel est devenue une préoccupation pour les consommateurs qui sont devenus très stricts et exigeants vis-à-vis leur alimentation. Une analyse réalisée en 2000 dans le cadre du programme européen de soutien à l'apiculture en Flandre (**Bruneau E, 2006**) a mis en évidence sur vingt échantillons analysés

provenant de quatre différents pays, la présence de la streptomycine, de la tétracycline et de la sulfamides. L'utilisation intensive d'antibiotiques conduit à une accumulation de résidus dans le miel diminuant sa qualité et rendant sa commercialisation plus difficile (**Fuselli, SR et al., 2005**).

En plus, l'utilisation répétée des antibiotiques peut diminuer, voir inhiber, le système immunitaire de l'abeille. La surutilisation des antibiotiques, en particulier l'oxytétracycline, a augmenté la résistance bactérienne au fil des ans (**Evans, 2003 ; Tian et al., 2012 ; Ventola, 2015**). Les effets que cette pratique peut avoir sur le métabolisme et le comportement des abeilles n'ont retenu l'attention que récemment (**Tian et al., 2012 ; Raymann et al., 2017**). Par exemple, les traitements antibiotiques ont été associés à une diminution de la durée de vie des abeilles (**Raymann et al., 2017**). Les différences de composition du microbiote dues au traitement antibiotique ont également montré une augmentation de la mortalité des abeilles mellifères (**Raymann et al., 2018**).

Conclusion

Conclusion

Les colonies d'abeilles gérées connaissent actuellement des taux élevés de mortalité annuelle, en grande partie dus aux pathogènes, parasites et aux facteurs climatiques. Le but de cette étude est de développer une nouvelle stratégie pour lutte contre la loque américaine (AFB) en utilisant un antibiotique naturel collecté par les abeilles à partir de résines végétales appelées propolis, afin d'éviter l'utilisation d'un antibiotique commun (tylosine et oxytétracycline) pour lutter contre cette maladie. L'utilisation répétée de ces antibiotiques communs peut ont de multiples effets secondaires indésirables, à savoir les résidus chimiques dans le miel, la réduction de la durée de vie des abeilles et le risque d'émergence de souches résistantes. Dans cette étude nous avons essayé de remplacer les traitements chimiques et anti bactériologique utilisés conte la loque américaine par un produit naturel qui est la propolis.

- Nous signalons que les colonies de *P. larvae* isolées dans milieu MYPGP apparaissent sous forme régulières et de couleur blanche. Tandis que l'aspect microscopique, après coloration de gram, les spores de *P. larvae* apparaissent bacillaires de couleur violette.
- D'après les résultats obtenus, nous pouvons conclure qu'une thérapie à base de propolis est efficace contre la loque américaine, sans y avoir de danger pour les abeilles ni de résidus dans les produits de la ruche.
- La propolis utilisée est échantillonnée dans la région de Tissemsilt par la technique de grattage à l'intérieur de la ruche. Cette propolis a donné une efficacité, contre la loque américaine, qui se diffère d'une concentration à une autre.

*Perspectives :

- La méthode de récolte de la propolis par le grattage a donné de résultat positif mais ce dernier reste à comparer avec la récolte par des grilles.
- L'origine botanique de la propolis peut être la clé d'une efficacité pour plusieurs maladies apicoles, en particulier les maladies du couvain.
- Plus de recherches doivent être menées sur les effets, à long terme, de la propolis sur la santé et la productivité des colonies afin d'obtenir le soutien de l'opinion publique.
- La présence de résidus d'antibiotiques dans les aliments est particulièrement dangereuse pour la santé humaine, il est donc indispensable de surveiller leurs résidus.
- L'évaluation des propriétés thérapeutiques des extraits de propolis provenant de différentes origines botaniques est indispensable.

Les références bibliographiques

- Adam F, 1953.** A la recherche des meilleures lignées d'abeilles (Second Voyage). Publié en Français dans La Belgique Apicole. Vol. 19. 72- 80p.
- Adam G, 2010.** La biologie de l'abeille. COURS École d'apiculture Sud-Luxembourg. 26 p.
- Adam G, 2012.** Pathologie apicole. Ecole d'apiculture des ruchers du sud-Luxembourg, 24p.
- Afssa, 2009.** Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles. Rapport, France : 218 pp.
- ALaux C., Brunet JL., Dussaubat C et al, (2009).** Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). Environmental microbiology- 10.1111/j.1462-2920.2009.02123.
- Alaux C., Dantec C., Parrinello H., Le Conte Y, 2011.** Nutrigenomics in honey bees: Digital gene expression analysis of pollen's nutritive effects on healthy and Varroa-parasitized bees. BMC genomics., pp: 12 - 496.
- Albouy V. & LE Conte Y, 2014.** Nos abeilles en péril. Ed. Quae, ISBN: 978-2-7592-
- Ali AT, Chowdhury MN, Al Humayyd MS.** Effet inhibiteur du miel naturel sur *Helicobacter pylori*. Trop Gastroentérol. 1991 ; 12 :139–143.
- Alice Mallik, 2013.** Thèse soutenue devant la Faculté de Médecine de Lyon pour le diplôme de docteur vétérinaire, et dirigée par le Docteur Gilles Bourgoïn, maître de conférences.
- Alippi A., 1996.** Caracterizaci3n d'aislamientos de *Paenibacillus*
- Allier F, Chauzat M.P, Vannier P (2010).** Rapport de mission à l'île de la Réunion (18 au 21 Octobre 2010). ANSES, ITSAP, 19 p.
- Anonyme, 2011.** La morphologie de l'abeille .<https://www.google.fr/> la morphologie de l'abeille.
- Anonymous, 1992.** The EU council directive 92/65/EEC. Anonymous, 2010a. The EU commission regulation 37/2010 on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in foodstuff of animal origin.
- Anonymous, 2010a.** The EU commission regulation 37/2010 on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in foodstuff of animal origin.
- Azemin et al, 2018.** Application du profilage des métabolites et de l'activité antioxydante dans l'évaluation de la qualité de la propolis d'abeilles sans dard transformée et non transformée. *J Fundam Appl Sci.* ; 9 : 637–660.
- Baldensperger PJ, 1932.** Variété d'abeilles en Afrique du Nord. 5ème congrès international. *J. Entomology.* 829 - 839p.
- Bankova V., Christov, R., Popov, S., Marcucci, M. C, 1999.** Antibacterial activity of essential oils from Brazilian propolis. *Fitoterapia* 70, 190-193.
- Bankova V., Galabov AS. Antonova D., Vilhelmova N., Di Perri B, 2014** Composition chimique de l'extrait de propolis ACF® et activité contre le virus de l'herpès simplex. *Phytomédecine.*

Les références bibliographiques

- Barbancon J.M, 2003.** Soigner et protéger les abeilles. Le Traité Rustica de l'apiculture. Ed Rustica, Paris : 86-118.
- Barbancon J.M, 2014.** La maladie des ailes déformées. Fiche technique. France Agimer, F.N OSAD, La santé de l'abeille, 4p.
- Barbara R, 2009.** Le chemin du miel. Atelier de reproduction, Agridea, 23p.
- Batley L, Gibbs A.J, Woods R.D, 1968.** The purification and properties of chronic bee-paralysis virus. J. Gen. Virol. 2, p. 251–260.
- Becerra et al, 2019.** TB Becerra, RD Calla-Poma, MF Requena-Mendizabal, PA Millones-Gomez Effet antibactérien de la propolis péruvienne récoltée à différentes saisons sur la croissance de streptococcus mutans Dent ouverte. J., 13 (1) (2019)
- bee colonies. Apidologie 45: 10-20.
- Bendjedid H et Achou M, 2014.** Etude de La Diversité Morphométrique de Deux Populations d'Abeilles Domestiques (Apis Mellifera Intermissa et Apis Mellifera Sahariensis) Du Sud Algérien. Synthèse : Revue des Sciences et de la Technologie.vol. 95. 84–95p.
- Bertrand B, 2013.**Analyse de la diversité génétique de populations d'abeilles de la ligné Ouest Méditerranéenne (Apis mellifera mellifera) : Application à la conservation. Thèse de doctorat en Biologie Moléculaire et Génétique. Univ. ParisSud. p.131.
- Biri M, 2002.** Le grand livre des abeilles - court d'apiculture moderne. Ed de vecchi.paris .p260.
- Biri M, 2010.** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Ed. De Vecchi. Paris. p.302.14-101p.
- Blanc M, 2010.** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse pour le diplôme de l'état du docteur en pharmacie. De l'université de limoges. p 24.
- Bogdanov S, 1999.** Stockage Cristallisation et Liquéfaction du miel, Centre Suisse de Recherches Apicoles, Station de Recherche Laitières, Liebefeld, CH-3003 Berne.
- Bogdanov S., Peter G., Stefan S., Theodore Ch., South F., 2006.** Produits apicoles et santé, ALP forum, N° 41f. États-Unis. Apitherapy Consulting Bucarest Roumanie.
- Bogdanov S., Ruoff K., Oddo P.L, 2004.** Physicochemical Methods for the Characterisation of unifloral Honeys .Apidologie .35:17p.
- Bowen-Walker P. L., Gunn A, 2001.**The effect of ectoparasitic mite, Varroa destructor on adult worker honeybee (Apis mellifera) emergence weights, water, protein, carbohydrate and lipid levels. Entomol. Exp. Appl., 101:207- 217.
- Bradbear N, 2010.** Le rôle des abeilles dans le développement rural, manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles, 248p.
- Bruneau E, 2006** Antibiotiques dans le miel, Abeilles et Cie, pp26-28 Antibiotiques dans le miel, Abeilles et Cie, 2006, pp26-28.

Les références bibliographiques

- Celle O., Blanchard P., Schurr F., Oliviere V., Cougoule N., Faucon J.P., Ribiere M, 2008.** Detection of Chronic bee paralysis virus (CBPV) genome and RNA replication in various host: possible ways of spread. In *Virus Res.* 133, 280–284.
- Cherbuliez T. Domerego R,2003.** L'apithérapie médecine des abeilles. *Amyris.* 254.
- Clémence riva, 2017.**Thèse de docteur démarche de drug-design pour la conception de nouveaux médicaments vétérinaires contre le parasite *Varroa destructor* (Acari : Varroidae) Présentée et soutenue par Clémence RIVA.
- Codex Alimentarius, 2001.** Codex norme pour le miel, CODEX STAN 12-1981. Norme adoptée en 1981. Révisions en 1987 et 2001. Consulté le 5/03/2020, disponible en ligne : http://www.fao.org/input/download/standards/310/cxs_012f.pdf
- Corrêa FRS et al, 2017.** La propolis rouge brésilienne améliore la cicatrisation cutanée en supprimant le facteur de transcription associé à l'inflammation NF κ B. *Biomed Pharmacother.* 2017 ; 86 :162–171.
- Crane Eva et al, 1990.** Abeilles et apiculture : science, pratique et ressources mondiales.
- Daouar N., Mekkrai Z, 2010.** Etude de développement ovarien chez l'abeille ouvrière *Apis mellifera*. Université Hassiba Benbouali de Chlef Algérie - Master 2010.
- Darrigol JL, 1979.** Le miel pour votre santé .ST jean de Braye France Edition Dangles. 140.
- De Graaf D. C., Alippi A. M., Antúnez K., Aronstein K. A., De Koker D., De Smet L., Evans J. D., Foster L. J., Fünfhaus AN., Poppinga L., Spivak, M., Wilkins S et - Genersch E, 2013.** Méthodes standard pour la recherche de la loque américaine. *J.Apic.Res,* 52(1) :1- 28
- Decourtye Axel, 2007.** Philippe Lecompte, Jacqueline Pierre, Marie-Pierre Chauzat, Pascal Thiébeau. Introduction de jachères florales en zones de grandes cultures : l'environnement de l'INRA n° 54, septembre 2007.
- Dieudonné B, 2008.** Manuel de Formation Apicole, Abeilles – Environnement – Développement, p44. Consulté le 4/04/2020, disponible en ligne : <http://www.cedcameroun.org/wp-content/uploads/2014/08/Manuel-du-D%C3%A9butant-apicole.pdf>
- Dingmann D.W. and Stahly D.P., 1983.** Medium promoting sporulation of *Bacillus* larvae and metabolism of medium components. *Appl. Environ. Microbiol.,* 46 (4) :860–869.
- Donadieu Y, 1987.** Le pollen thérapeutique naturel. 7° Edition Paris Maloine edit. 62.
- El Housseini N, 2013.** Intérêts et applications cliniques de la propolis en médecine bucco-dentaire. Mémoire de doctorat en chirurgie dentaire. Université de Nantes; Unité de formation et de recherche d'odontologie 16,17p :110p.
- Emmanuelle h., julie c., Et laurent g, 1999.** Méthodes d'analyses chimiques, département science de l'aliment. Les constituants chimiques du miel (91744 massy codex france).
- Evans JD, 2003.**Diverses origines de la résistance à la tétracycline chez le pathogène bactérien de l'abeille domestique *Paenibacillus larvae*.*J. Invertebr. Pathol.* 83, 46-50.

Les références bibliographiques

- Ezz El-Arab AM, Girgis SM, Hegazy ME, Abd El-Khalek AB.** Effet du miel alimentaire sur la microflore intestinale ET toxicité des mycotoxines chez la Souris. Complément BMC Altern Med. 2006 ; 6 : 1–13.
- Fernandez N., Coineau Y, 2007.** Maladies parasites et autres ennemis de l'abeille mellifère. Ed atlantica, 498p.
- Forsgren E., Fabricius-Kristiansen L., Hallgren G., Frössling J, 2017.** Sjukdomar hos honungsbin-en baslinjestudie. Bitidningen 116, 7/8: 10-13.
- Forsgren, E., Laugen, A.T, 2014.** Prognostic value of using bee and hive.
- Fratini F., Cilia G., Mancini S., Felicioli A, 2016.** Royal Jelly: An ancient remedy with remarkable antibacterial properties. Microbiological Research. S09445013, 30083-0.
- Frères JM., Guillume JC, 2011.** L'apiculture écologique de A à Z. nouvelle Ed. marco pietteur.pp.816.119-142p.
- Fuselli, SR ., Gende LB ., García De La Rosa, SB ., Eguaras, MJ ., Fritz R, 2005** Inhibition de *Paenibacillus Larvae Subsp Larvae* par les huiles essentielles de deux plantes sauvages et leurs agents émulsifiants. Revue Espagnole Recherche Agricole 2005, 3, 220 – 224.
- Gallai N.,Salles J. M., Settele J et Vaissière B. E, 2009.** " Évaluation économique de la vulnérabilité de l'agriculture mondiale confrontée au déclin des pollinisateurs ", Ecol. Econom, 68 (3): 10- 821
- Genersch E, 2008.** *Paenibacillus larvae* and American foulbrood – long since known and still surprising. J Consum Protect Food Safety 3: 429-434
- Genersch E, 2010.** American foulbrood in honeybees and its causative agent *Paenibacillus larvae*. J Invert Pathol 103: S10-S19.
- Genersch E., Forsgren E., Pentikainen J., AshiralievaA., Rauch S., Kilwinski J., Fries I, 2006.** Reclassification of *Paenibacillus larvae subsp. pulvifaciens* and *Paenibacillus larvae subsp.*
- GoutJ, JARDEL C, 1998.** Microbiologie alimentaire. 2ème édition DUNOD. Paris, 384p.
- Gustin Y, 2008.** L'apiculture illustrée. Eds. Rustica. Fler. Paris. p223.
- Haccour P, 1960.** Recherche sur la race d'abeille saharienne au Maroc. Comptes Rendus, Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc. vol.6. 96-98p.
- Hansen H., BrødsgaardC, 1999.** American foulbrood: a review of its biology, diagnosis and control. Bee World 80 (1) : 5-23.
- Harano et al, 2020 K. Harano, C. Maia-Silva, M. Hrcir** Pourquoi les abeilles sans dard (*Melipona subnitida*) quittent leur nid chargées de résine ? Insectes Sociaux, 67 (1) (2020), pp. 195 - 200
- Higes M., Martin-Hernandez R. et Meana A, 2006.** - *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. J. Invertebr. Pathol., 92: 93 – 95.

Les références bibliographiques

- Hummel R., Feltin M, 2014.** Reconnaître les maladies des abeilles quand on est apiculteur débutant, syndicat des apiculteurs de Thann et environ, 10p.
- Jautova et al, 2019** Crèmes pour les lèvres à l'extrait spécial de propolis GH 2002 0,5% versus aciclovir 5,0% pour l'herpès labial (stade vésiculaire) : Etude randomisée, contrôlée en double aveugle Wiener Medizinische Wochenschrift, 169 (7–8) (2019), p. 193 - 201
- JEAN-Prost P, 2005.** 7e édition revue et complétée par LE CONTE Y. Apiculture : Connaître l'abeille. Conduire le rucher. 698 p.
- JEAN-Prost., Pierre et Médori Paul, 1987.** Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher. S.l.: Lavoisier. ISBN 978-2-85206-375-4.
- Johnson R., Borowiec M., Chiu J., Lee E., Atallah J., Ward P, 2013.** Phylogenomics resolves evolutionary relationships amongs ants, bees, and wasps. In Current Biology, volume 23, p. 1-5.
- Khenfer M.M., Morlier P., and Azzouz L, 2001.** Manufacturing process of multilayer sheets. Concrete Science and Engineering 3, 185–188.
- Kismet K et al, 2017.** La propolis a-t-elle un effet sur la stéatose hépatique non alcoolique ? *Pharmacologie Biomed.* 2017 ; 90 :863–871
- Kosari et al, 2021.** L'effet de la propolis plus l'extrait méthanolique de *Hyoscyamus niger* L. sur les symptômes cliniques chez les patients atteints de syndrome respiratoire aigu suspectés de COVID-19 : un essai clinique Recherche en phytothérapie, 35 (7) (2021), pp. 4000 - 4006, 10.1002/ptr.7116.
- Laurence S, 2019.** Docteur en pharmacie conseils santé. Que faut-il savoir sur la propolis ? Consulté le 15/04/2020, disponible en ligne : https://www.pharmashopi.com/propolis-bienfaits-pxl-178_403.html
- Laurent C, 2014.** L'abeille et le conseil à l'officine présentée et soutenue publiquement le jeudi 25 septembre à Poitiers ; Thèse Pour Le Diplôme D'état De Docteur En Pharmacie.
- Le conte Y, 2004.** Mieux connaître l'abeille. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau E., Barbançon J.-M., Bonnaffé P., Clément H., Domerego R., Fert G., Le Conte Y., Ratia G., Reeb C., Vaissière B. Le traité Rustica de l'apiculture. Rustica éditions, Paris, 12-83.
- Le conte Y, 2011.** Mieux connaître l'abeille. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau E.
- Leconte Y, 2002.** L'abeille dans la classification des insectes. In Abeilles et Fleurs N°628, p. 15-16.
- Leonhardt S., Blüthgen N, 2009.** A sticky affair: resin collection by Bornean stingless bees. *Biotropica* 41 (6), 730-736.
- Lequet L, 2010.** Du nectar à un miel de qualité : contrôles analytiques du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude-Bernard – Lyon 1, 194 p

Les références bibliographiques

- Lopez-Valverde et al, 2021** Efficacité de la propolis dans le traitement des maladies parodontales : revue systématique mise à jour avec méta-analyse Antioxydants, 10 (2) (2021), pp. 1 - 14.
- Louveaux J, 1985.** Les abeilles et leur élevage. 2^{ème} Edition OPIDA. 237p
- Mackowiak C, 2009.** Le déclin de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Henri Poincaré, Nancy 1, 155 p
- Marie N., Christian D, 1998.** Activités technologiques en microbiologie : classe de première BGB. Techniques de base et méthodologie. Vol1, 151- 155.
- Martel A.C., Zeggane S., Drajnudel P., Faucon J.P., Aubert M, 2006.** Tetracycline residues in honey after hive treatment. *Food Addit. Contam.* 23, 265–273.
- Martire D, Rochat J, 2008.** Les Papillons de la Réunion et leurs chenilles. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 496 p.
- Michez D, 2007.** La nouvelle classification des abeilles (Hymenoptera, Apoide, Apiformes) ou la chute de l'abeille mellifère (*Apis mellifera* L.) de son piédestal. In *OSMIA* n°1, p. 23-26.
- Miyagi T., Peng C.Y.S., Chuang R.Y., Mussen E.C., Spivak M.S., Doi R.H, 2000.** Verification of oxytetracycline-resistant American Foulbrood pathogen *Paenibacillus larvae* in the United.
- Murray K., Daniel ET Aronstein, Katherine A, 2008.** Transformation of the Gram-positive honey bee pathogen, *Paenibacillus larvae*, by electroporation. *Journal of Microbiological Methods* 08, vol. 75, no 2, p.325-328.
- Naquet N.V, 2009.** Les effets pathogènes de *Varroa destructor* sur l'abeille et sur la colonie d'abeilles. *DIE d'apiculture-Blog vétérinaire-pathologie apicole*, 2p.
- Naquet N.V, 2011.** Les maladies de l'abeille domestique d'élevage, *Apis mellifera*. Communication à l'académie vétérinaire de France, 316p.
- Nolwenn Eon, 2011.** De la fleur à l'abeille, de l'abeille au miel, du miel à l'homme : Miel et autres produits de la ruche, Université de NANTES faculté de pharmacie, (72-97)- (106-107)- (111-116) p.
- Nordström S., Forsgren E., Fries Me, 2002.** Comparative diagnosis of American foulbrood using samples of adult honey bees and honey. *J Api Sci* 46, 5-13.
- Noronha V. R., Araujo G. S., Gomes R. T., Iwanaga S. H et al, 2014.** Mucoadhesive propolis gel for prevention of radiationinduced oral mucositis. *Curr. Clin. Pharmacol*, vol. 9, p. 359–364
- Of its biology, diagnosis and bee control. *Bee World* 80, 5–23.
- Oie, 2008a.** Loque européenne des abeilles mellifères. In *Manuel terrestre de l'OIE 2008*. p.443-447.
- Pathol.* 83, 50–56.
- Philippe M, 1988.** Miels, miellats, miellées. Consulté le 27/03/2020, disponible en ligne : https://www.apiservices.biz/documents/articles-fr/miels_miellats_miellees.pdf..
- Phillipe J.M, 1999.** Le guide de l'apiculture. SARL EDITION SUD. 347p.

Les références bibliographiques

- Phillippe J.M, 2007.** Le guide de l'apiculteur. Ed d'E.D.I.S.U.D, 337p.
- Poirote B, 2013.** L'apithérapie médecine moderne.23p.
- Potts S. G., Biesmeijer J. C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O. & Kunin W. E, 2010.** Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends In Ecology & Evolution., 25: 345-353.
- Prost JP, 2005.** Apiculture : Connaître l'abeille. Conduire le rucher. Ed. J.B. Baillière.7e édition revue et complétée par Le conte Y. pp. 698.
- Prost JP, 2005.** Apiculture, connaître l'abeille, conduit du rucher.7ème edition. Paris, 689p.
- Raccaud J, Schoeller E, 1980.** Les insectes, physiologie, développement. Editions Masson, 294 p.
- Ravazzi G, 2003.** Abeille et apiculture. Ed de Vecchi S.A. Paris, 109p.
- Rayman K., Shaffer., ZetMorane., N / A, 2017.**L'exposition aux antibiotiques perturbe le microbiote intestinal et augmente la mortalité chez les abeilles.PLoS Biol. 15, e2001861.
- Rayman K., Bobay L., M et Morane N / A, 2018.**Les antibiotiques réduisent la diversité génétique des espèces de base dans le microbiome intestinal des abeilles.Mol. Écol. 27,2057-2066.<https://doi.org/10.1111/mec.14434> Reeb. C ; Vaissière. B. Le traité Rustica de l'apiculture. Ed. Rustica. Paris. pp.527.12-83p
- Renoux E, 2009.** Produit de la ruche et apithérapie. Poitiers Université. Rev. Arg. Microbiol. 28, 197–205.
- REY R, 2012.** La disparition des abeilles (Colony Collapsus Disorder). Etat des lieux, analyse des causes et des conséquences. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Victor Segalen – Bordeaux 2, 115p.
- Ribiere M., Olivier V., BLANCHARD P, 2009.** Chronic bee paralysis: A disease and a virus like no other? In Journal of Invertebrate Pathology 103 (2010) S120–S131.
- Ribierre M., Bali B., Aubert M, 2008.** Natural history and geographical distribution of honey bee viruses. In Virology and the Honey Bee. European Commission, Brussels. P.15-84.
- Robert Hummel & Maurice Feltin 2014.** Syndicat des apiculteurs de Thann et environs Reconnaître les maladies des abeilles quand on est apiculteur débutant.
- Rozman T., Jersek B., 2009.** Antimicrobial activity of rosemary extracts (Rosmarinus Officinalis L.) Against different species of Listeria. Acta agriculture Slovenica. Vol. 1, 51-58.
- Ruttner F, 1988.** Biogeography and taxonomy of honeybees. Springler, New York.
- Schweitzer P, 2001.** La couleur du miel. Revue l'abeille de france n°872. Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole.08p.
- Schweitzer PAUL, 2004.** Pouvez-vous me faire une analyse pour savoir si ce miel de qualité.
- Seeley T. D et Morse R. A, 1976** Le nid de l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.). Insectes Sociaux, vol. 23, n° 4, p. 495-512.

Les références bibliographiques

- Shimanuki H, 1990.** Bacteria. In Honey Bee Pests, Predators and Diseases, 2nd eds. Morse, R.A and Nowogrodzki, R. Cornell University Press, USA, pp. 27-47.
- Simone-Finstrom et al, 2017.** M. Simone-Finstrom, RS Bora, M. Wilson, M. Spivak
- Simone-Finstrom, Michael et Spivak, 2010.** Marla. Propolis et santé des abeilles : histoire naturelle et importance de l'utilisation de la résine par les abeilles mellifères. *Apidologie*, vol. 41, n° 3, p. 295-311.
- Smith Michael L., Koenig Phoebe A ET Peters Jacob M., 2017.** The cues of colony size: how honey bees sense that their colony is large enough to begin to invest in reproduction. In: *Journal of Experimental Biology*. 1 mai 2017. Vol. 220, n° 9, p. 1597-1605. DOI 10.1242/jeb.150342.
- Spürgin A, 2010.** Guide de l'abeille. Ed. Delachaux et Niestlé. Paris. PP.125. 29- 58p. *States. J. Invertebr. Pathol.* 75, 95–96.
- Sun C et al, 2015.** Effet des solvants éthanol/eau sur les profils phénoliques et les propriétés antioxydantes des extraits de propolis de Pékin. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2015
- Tian B., Fadhil NH, Powell JE. Kwong WK et Morane, N / A, 2012.** L'exposition à long terme aux antibiotiques a provoqué une accumulation de déterminants de la résistance dans le microbiote intestinal des abeilles. *MBio.* 3, e00377- e00312. <https://doi.org/10.1128/mBio.00377-12>
- Toreti V. C., H. H. Sato., G. M. Pastore ET Y. K. Park, 2013.** “Recent progress of
- Valcic., Susanne., Montenegro., Gloria., Mujica., Ana-Maria., et al, 1999** Phytochemical, morphological, and biological investigations of propolis from Central Chile. *Zeitschrift für Naturforschung C*, vol. 54, no 5-6, p. 406-416.
- Ventole CL, 2015.** La crise de la résistance aux antibiotiques : partie 1 : causes et menaces. *Pharm. Là.* 40, 277.
- Vidau C., Belzunces L et al, 2011.** Exposure to Sublethal Doses of Fipronil and Thiacloprid Highly Increases Mortality of Honeybees Previously Infected by *Nosema ceranae*. *PLoS ONE* 6(6) : e21550. doi:10.1371/journal.pone.0021550.
- Wendling S, 2012.** *Varroa destructor* (ANDERSON et TRUEMAN, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique *Apis mellifera* LINNAEUS, 1758. Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil, 190 p.
- Williams G.R., Tarpy D.R., Van Engelsdorp D., Chauzat M.P., Cox-Foster D.I., Delaplane K.S., - Rogers R.E.L. et Shutler D, 2010.** Colony collapse disorder in context. *Bioessays*, 32: 845-846.
- Wilson M.B et al, 2013.** La métabolomique révèle les origines des résines végétales antimicrobiennes collectées par les abeilles domestiques. *PLoS One* 8 (10), e77512.
- Winston M. L, 1991.** *The Biology of the Honey Bee*. S.l.: Harvard University Press. ISBN 978-0-674-07409-5.
- Winston M. L, 1993.** *La biologie de l'abeille*. Paris : Editions Frison-Roche, 276 p.

Les références bibliographiques

-Yasar M et al, 2016. Effets de la propolis dans un modèle expérimental de rhinite allergique chez le rat. *Suis J Otolaryngol.* 2016; 37: 287–293.

-Yue D., Nordhoff M., Wieler L. H., Genersch E, 2008. Fluorescence in situ-hybridization (FISH) analysis of the interactions between honeybee larvae and *Paenibacillus* larvae, the causative agent of American foulbrood of honeybees. *Environ Microbiol* 10: 1612-1620.






Annexe

Annexe

Annexe 01 : Apiculture dans la région de bordj bounaama tissemilt (originale 2022)










Annexe 02 : Quelques plantes source de propolis en Algérie (Naili, 2018).

Pinus sp	Chêne liège	Châtaignier	Cyprés	Le peuplier
				

Annexe

Annexe 03 : Origine botanique de la propolis (El Housseini, 2013)

	Nom Français	Nom Anglais	Provenance
	Chêne	Oak	Asie Afrique
	Bouleau blanc	Birch	Europe du nord Amérique canada
	Marronnier d'inde	Horse chestnut	Europe Turquie Balkans
	Peuplier	Poplar	Afrique du nord Moyen-Orient Europe
	Pin	Pine	Amérique du nord Europe du nord Russie
	Frêne	Ash	Europe du sud Afrique du nord
	Orme	Elm	Amérique Europe chine

Résumé

ملخص

يرقات *Paenibacillus* هي العامل المسبب لتلف الحضنة الأمريكية (AFB)، وهو مرض خطير يصيب يرقات نحل العسل. بسبب الآثار الخطيرة المرتبطة بـ AFB والمشاكل المرتبطة باستخدام المضادات الحيوية، من الضروري تطوير استراتيجيات بديلة للسيطرة على المرض. كان الهدف من العمل الذي انجزناه هو تقييم تأثير المستخلص الإيثانولي من البروبوليس (PEE) ضد العزلات التي تم تقييمها بواسطة طريقة الانتشار القرصي، حيث أثبتت نتائج هذه الدراسة فعالية ونجاعة مستخلص البروبوليس الطبيعي (PEE) ضد بكتيريا *Paenibacillus larvae* كما تم التوصل الى ان درجة تأثيره مرتبطة بمكوناته الكيميائية ويتوقف ذلك على المصدر الغذائي النباتي للنحل.

يمكن استعمال المستخلصات الطبيعية كمستخلص البروبوليس في معالجة الامراض المتعلقة بالنحل بدل المضادات الحيوية التي يترتب عنها أعراض غير مرغوب فيها.

الكلمات المفتاحية الحضنة الأمريكية، *Paenibacillus larvae* مستخلص البروبوليس الإيثانولي، مرض النحل، علاجات طبيعية.

Résumés

Paenibacillus larvae est l'agent causal de la loque américaine (AFB), une maladie grave qui affecte l'abeille domestique. En raison des effets graves associés à cette maladie et des problèmes liés à l'utilisation d'antibiotiques, il est nécessaire de développer des stratégies alternatives pour le contrôle cette maladie. Le but du présent travail était d'évaluer l'effet d'un extrait éthanolique de propolis (PEE) contre les isolats de *Paenibacillus larvae* par la méthode de diffusion sur disque. Les résultats de cette étude ont démontré l'efficacité de l'extrait naturel de propolis (PEE) contre la bactérie *Paenibacillus larvae*. Il a également été conclu que le degré de son effet est lié à ses composants chimiques et dépend de l'origine botanique de la propolis. En conclusion, les extraits naturels de propolis peuvent être utilisés pour le traiter contre les maladies de l'abeille domestique, une lutte alternative pouvant remplacer les antibiotiques qui entraînent des symptômes indésirables.

Mots clés : Loque américaine, *Paenibacillus larvae*, Extrait éthanolique de propolis, Maladie des abeilles, Traitements naturels.

Abstract

Paenibacillus larvae is the causative agent of American Foulbrood (AFB), a severe disease that affects larvae of the honeybees. Due to the serious effects associated with AFB and the problems related to the use of antibiotics, it is necessary to develop alternative strategies for the control of the disease. The aim of the present work was to evaluate the effect of a propolis ethanolic extract (PEE) against isolates was evaluated by the disk diffusion method the results of this study demonstrated the effectiveness of natural propolis extract (PEE) against *Paenibacillus larvae* bacteria. It was also concluded that the degree of its effect is related to its chemical components and depends on the food source. Bee plant.

Natural extracts such as propolis extract can be used in the treatment of bee-related diseases in place of antibiotics which cause unwanted symptoms.

Keywords: American foulbrood, *Paenibacillus larvae*, Ethanolic propolis extract, Bee disease, Natural treatments.