



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



UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES

Mémoire de fin de cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Spécialité : Parasitologie

Thème

***Enquête sur l'état sanitaire du cheptel apicole dans la
région de Tizi-Ouzou et essai de lutte contre le
parasite Varroa destructor (Anderson et Trueman,
2000) avec deux huiles essentielles.***

Présenté par

IDJERI KENZA & ACHOUÏ SARA

Septembre 2021

Devant le jury composé de :

Mme LAKABI L.

MCA U.M.M.T.O

Présidente

Mme HABBI-CHERIFI A.

MCB U.A.M.O.B.

Promotrice

Mme MEDJDOUB BENSAD F.

Professeur U.M.M.T.O

Co-promotrice

M^{elle} GUERMAH D.

MAB U.M.M.T.O

Examinatrice

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

« Un nid d'abeilles ne se fait pas par une abeille toute seule »

Si ce mémoire a abouti, c'est grâce à l'appui de différentes personnes. Le mémoire est une belle expérience, enrichissante, parfois dure, avec toutes les circonstances actuelles mais surtout captivante et qui nous a fait avancer. A l'issue de ce travail, nous adressons nos vifs remerciements à :

A notre promotrice Mme HABBBI-CHERIFI Assia qui nous a orientées pour réaliser ce travail et pour sa grande patience et surtout sa disponibilité et ses conseils avisés.

A notre Co-promotrice Mme MEDJDOUB-BENSAAD F. maitre de conférences à l'université de Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.

Nos sincères remerciements s'adressent aussi à Mme LAKABI L. D'avoir acceptée de présider le jury.

A M^{lle} GUERMAH D. Qui nous a fait l'honneur de juger notre travail.

A L'ensemble des apiculteurs qui ont pu tenir à leurs promesses, et qui nous ont aidés à réaliser notre enquête et à obtenir les échantillons nécessaires. Et un remerciement à ceux qui n'ont pas pu tenir à leurs promesses.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

✓ *À mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés et m'a soutenu durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mes parents.*

✓ *À mes très chers frères : MASSINE et AGHILAS.*

✓ *À mes grands-parents.*

✓ *À mes oncles, À mes tantes.*

✓ *À toute la famille IDJERI, la famille AMRANE.*

✓ *À mon cher binôme SARA.*

✓ *À tous mes ami(e)s et à tous ceux qui me connaissent de proche ou de loin, et surtout à la tendre Mme Habbi –CherifiA.*

✓ *ET À l'ensemble des apiculteurs.*

KENZA

Dédicace

Je dédie ce travail

*À ma chère mère pour son soutien, ses encouragements et son
amour*

*À mon cher père pour ses sacrifices, son affection et la confiance
qu'il m'a accordé*

*À ma sœur Cylia et son mari Fateh et mon frère Ouassim ma
source de joie et de bonheurs*

À mes grands-parents ainsi à toute ma famille

À tous mes amis, tout particulièrement mon binôme Kenza

À tous les apiculteurs, notamment Mohand et Hillal

À notre Promotrice madame Habbi-Cherifi Assia

Sara



Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Glossaire.....1

chapitre I: l'hôte *Apis mellifera* (LINNAEUSE 1758)

1	Généralités sur l'abeille <i>Apis mellifera</i>	5
1.1	Origine et répartition géographique de l'abeille d' <i>Apis mellifera</i>	5
1.2	Position systématique de l'abeille	7
1.3	Communauté des abeilles domestiques	7
1.3.1	Individus adultes	8
1.3.2	Couvain	10
1.4	Morphologie de l'abeille domestique	11
1.4.1	Tête.....	12
1.4.2	Thorax	12
1.4.3	Abdomen	12
1.5	Cycle évolutif d' <i>Apis mellifera</i>	13
1.5.1	Œuf.....	14
1.5.2	Larve.....	14
1.5.3	Nymphe	14
1.6	Nutrition et durée de vie	14
2	Les produits de la ruche	15
3	Rôle écologique de l'abeille.....	16
4	Les facteurs influencent les pertes de colonies	17
4.1	Facteurs environnementaux	17
4.2	L'homme et ces pratiques.....	17
5	Maladies de l'abeille domestique.....	18
5.1	Maladies des abeilles adultes.....	18
5.2	Maladies du couvain	19
5.3	Maladies communes aux abeilles adultes et au couvain.....	20
6	Ennemis de l'abeille domestique	21
7	Défense de la colonie d'abeilles face aux agents pathogènes.....	21

ChapitreII : le parasite *varroa destructor* (ANDERSON ET TREUMAN 2000)

1	Généralités sur le parasite <i>Varroa desctructor</i>	23
1.1	Historique et répartition géographique du varroa destructor	23

1.2	Position systématique du varroa	24
1.3	Description du varroa	24
1.3.1	Formes immatures	25
1.3.2	Formes matures	27
1.4	Cycle de reproduction de <i>Varroa destructor</i>	28
1.5	Durée de vie du varroa.....	30
1.6	Nutrition du parasite	31
2	Etude de la maladie	32
2.1	Pathogénie chez l'adulte.....	32
2.2	Pathogénie de la colonie	33
2.3	Propagation de la parasitose	33
2.4	Dépistage et l'évaluation du taux de parasitisme de <i>Varroa destructor</i>	34
2.5	Méthodes de lutte contre le varroa	36

Chapitre III : Enquête sur la situation sanitaire du cheptel apicole dans la région de Tizi Ouzou

1.	Objectif de l'enquête.....	39
2	Méthodologie de travail	39
2.1	Elaboration du questionnaire	39
2.2	Echantillonnage	39
2.3	Tri des échantillons (questionnaires).....	39
2.4	Saisie et traitement des données	40
3	Résultats	40
3.1	Caractéristiques (identification) des exploitants.....	40
3.2	Identification de l'exploitation	43
3.3	Conduite générale du rucher.....	46
3.4	Autres problèmes.....	56
4	Discussion	57

Chapitre IV : lutte contre le varroa par les huiles essentielles

1.	Présentation de la zone d'étude.....	61
1.1.	Situation géographique	61
1.2.	Climat	61
1.2.1	Pluviométrie	61
1.2.2	Température	62

2.	Matériaux utilisés	63
2.1	Matériel biologique.....	63
3	Méthodes.....	66
4	Analyse statistique	68
5	Résultats.....	68
6	Discussion.....	74

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des figures

Figure n°	Intitulé	Page n°
1	Aire de répartition des espèces d'abeilles du genre <i>apis</i> .	6
2	Différentes castes de l'abeille.	7
3	Formes immatures de l'abeille domestique.	10
4	Couvain d'ouvrières et de faux-bourçons.	11
5	Morphologie de l'abeille.	11
6	Différents stades de développement d'une abeille.	13
7	Dispersion de <i>v. destructor</i> a l'échelle mondiale.	23
8	Œuf du varroa.	25
9	Morphologie de la protonymphe.	26
10	Morphologie de la deutonymphe.	26
11	Femelle du <i>V.destructor</i> (face dorsale et face ventrale)	27
12	Morphologie d'un varroa mâle	28
13	Cycle biologique de <i>V. destructor</i> .	29
14	Phase Phorétique Chez <i>V.destructor</i>	29
15	Phase de reproduction chez <i>V.destructor</i>	30
16	Représentation des lieux préférés pour la nutrition et les mues de varroa sur nymphe d'ouvrière en vue latérale.	31
17	Répartition des apiculteurs enquêtés selon le sexe.	40
18	Tranches d'âge des apiculteurs enquêtés.	41
19	Place de l'activité apicole dans la région de Tizi Ouzou.	41
20	Choix de l'activité apicole.	42
21	Niveaux d'instruction des apiculteurs enquêtés.	42
22	Ancienneté de l'activité chez les apiculteurs enquêtés.	43
23	Variation du nombre de ruches par apiculteur.	44
24	Lieux d'exploitations des apiculteurs.	44
25	Types de ruches utilisées par les apiculteurs.	46
26	Périodes d'application des stimulants.	47

27	Types de nourrissage massif utilisé.	47
28	Renouvellement des cadres par les apiculteurs.	48
29	Période de renouvellement des cadres par les apiculteurs.	48
30	Période de renouvellement des reines par les apiculteurs.	49
31	Origines des nouvelles reines.	49
32	Les produits de ruches.	50
33	Etat d'évolution des colonies d'abeilles.	51
34	Facteurs de diminution des colonies d'abeilles.	51
35	Utilisation des produits chimique pour les cultures.	52
36	Perte anormale de colonies d'abeilles du a l'utilisation de pesticide.	52
37	Maladies (ou ennemis) fréquents dans les colonies.	53
38	Application de traitement contre varroa.	54
39	Méthodes de dépistage du varroa.	54
40	Période de traitement contre le varroa.	55
41	Traitements utilisés contre le varroa.	55
42	Précipitations mensuelles moyennes de la wilaya de Tizi-Ouzou l'année 2021 (ONM Tizi-Ouzou).	63
43	Températures mensuelles relevées dans la région de Tizi-Ouzou 2021 (ONM Tizi-Ouzou).	64
44	Matériels utilisés pour le test des huiles essentielles.	65
45	La plante <i>Pistacia lentiscus</i> .	66
46	La plante <i>Laurus nobilis</i> .	67
47	Différentes étapes du test sur les abeilles.	67
48	Différentes étapes du test sur les varroas.	67
49	Effet des huiles essentielles sur le parasite <i>V.destructor</i>	68
50	Effet de <i>Pestacia lentiscus</i> sur la mortalité du varroa.	69
51	Effet de <i>Laurus nobilis</i> sur la mortalité du varroa.	70
52	Effet des huiles essentielles sur les abeilles	71
53	Effet de <i>Pestacia lentiscus</i> sur la mortalité des abeilles.	72
54	Effet de <i>Laurus nobilis</i> sur la mortalité des abeilles.	72

Liste des tableaux

Tableau n°	Intitulé	Page n°
1	Différentes tâches de l'abeille selon l'âge	9
2	Longévité des différents stades de vie des castes d' <i>A. Mellifera</i> .	13
3	Principaux ennemis des abeilles.	21
4	L'importance de l'infestation de varroa de la colonie d'abeille.	34
5	Pourcentage des apicultures enquêtées par communes.	39
6	Les principales plantes mellifères.	45
7	Utilisation de nourrissage stimulant	46
8	L'ensemble des problèmes rencontrés par les apiculteurs enquêtés.	56
9	Analyse de la variance de l'effet des huiles essentielles sur varroa	69
10	Analyse de la variance de l'effet de la durée d'exposition aux huiles essentielles sur varroa.	70
11	Analyse de la variance de l'effet des huiles essentielles les abeilles.	71
12	Analyse de la variance de l'effet de la durée d'exposition aux huiles essentielles sur les abeilles	73

Glossaire

Abdomen : Troisième et plus grande partie du corps de l'abeille, contenant le cœur, le jabot et le tube digestif. Chez l'ouvrière, il renferme aussi le dard et les glandes cirières ; chez le faux bourdon, les testicules ; chez la reine, les ovaires et la spermathèque.

Chélicère : Sont des appendices pairs, les pièces buccales des arthropodes du groupe des chélicérates mérostome, en forme de crochet ou de pince servant à mordre leur proie.

Colonie : Ensemble des abeilles vivant dans une ruche, comprenant la reine, les ouvrières et les faux bourdons, en été.

Colonie orpheline : lorsque la ruche ne possède pas de reine ; les abeilles perdent alors leur tranquillité habituelle.

Dard : Organe de défense situé à l'extrémité de l'abdomen, utilisé par les ouvrières pour repousser les prédateurs.

Dimorphisme : différence d'aspect du mâle et de la femelle d'une même espèce.

Essaim : c'est un paquet d'abeilles sortant spontanément d'une ruche parentale pour former une nouvelle colonie. La vieille reine part avec l'essaim quelques jours avant l'émergence des reines vierges qui combattent entre elles pour le droit à continuer le processus de reproduction de la vieille colonie.

Essaimage : c'est la méthode de reproduction d'une colonie chez les abeilles mellifères. La reine et approximativement la moitié des ouvrières d'une colonie quittent rapidement la ruche parentale et s'envolent vers un site proche à l'air libre. Là elles se mettent en grappe tandis que les éclaireuses partent à la recherche d'une cavité convenable pour y établir le nid. Finalement toutes les abeilles s'envolent vers ce site de nidification.

Fausse teigne : une mite dont les larves détruisent les cadres en creuse des galeries dans la cire à la recherche de nourriture.

Glande de Nasanov : située dans la partie terminale de l'abdomen et qui permet aux abeilles de reconnaître les membres de leur propre famille et des intrus éventuels dans leur nid.

Glandes cirières : Quatre paires de glandes situées sous les quatre derniers segments abdominaux visibles de l'ouvrière, qui sécrètent de petites écailles de cire.

Glandes hypopharyngiennes : Situées dans la tête des ouvrières qui produisent la gelée royale destinée aux larves en développement. A mesure que l'ouvrière vieillit, la taille des glandes diminue, et elles produisent des enzymes, l'invertase et l'oxydase glucose, qui transforment le nectar en miel.

Glandes mandibulaires : Situées dans la tête des ouvrières qui produisent la gelée royale qui sont administrées aux larves.

Gnathosome : nom donné au sous embranchement de vertébrés qui possèdent des mâchoires.

Hivernage : Consiste à placer les abeilles dans les conditions optimales pour leur permettre de surmonter sans difficulté les rigueurs hivernales et de pouvoir reprendre leurs activités au printemps.

Métamorphose : Changement de forme d'un individu survenant après sa sortie de l'œuf et constituant l'une des étapes de son développement normal.

Miellée : Une période d'intense sécrétion de nectar par les plantes pendant laquelle une colonie d'abeilles mellifères est capable de produire le plus de miel.

Phéromone : substance produite par la reine des abeilles contribue au bon fonctionnement de la colonie.

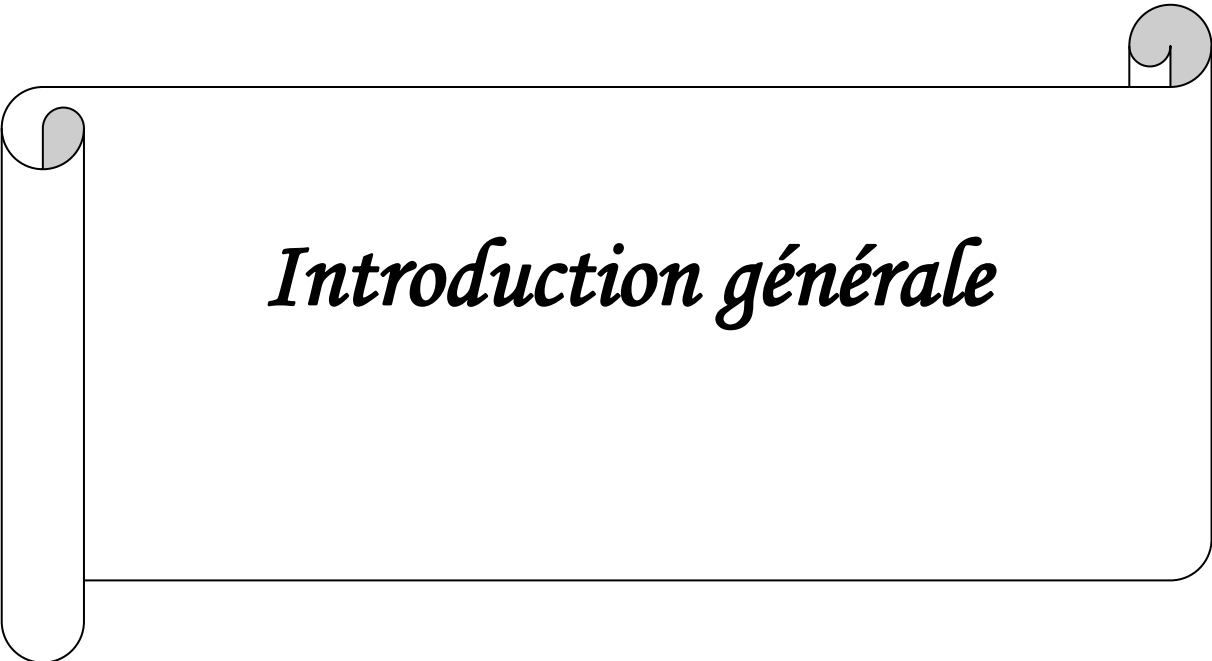
Phorésie : Type d'interaction entre deux organismes où un individu est transporté par un autre, il s'agit d'une association libre et non destructrice.

Propolis : substance résineuse produite à la base des bourgeons de certains arbres.

Stigmates : Ouvertures des trachées, situées sur les côtés du thorax et de l'abdomen.

Thorax : Partie du corps de l'abeille située entre la tête et l'abdomen. Il abrite muscle de vol ; les pattes et les ailes y sont attachées.

Transhumance : Déplacement des colonies d'abeilles d'un endroit à un autre au cours d'une saison pour profiter de plusieurs miellées.



Introduction générale

L'abeille domestique, *Apis mellifera* est l'un des rares insectes à faire l'objet d'élevage et de domestication en tant qu'animal de production (CLAIRE PERRIER et *al.*, 2003). En effet, l'intérêt de cet élevage est lié à la production de miel, la gelée royale, la cire et pleines d'autres produits ...etc. Ces produits de la ruche sont connus non seulement pour leur importance économique, mais aussi pour leurs effets bénéfiques sur la santé de l'homme (BOGDANOV, 2006 cités par ROUIBI, 2016).

D'autre part, les abeilles constituent un élément environnemental clé, grâce à lapollinisation de plusieurs espèces végétales (OLLERTON et *al.*, 2011) et jouent un rôle principal et important dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes (KLEINE et *al.*, 2006).

Toutefois, les abeilles ne vont pas très bien, les pertes sont considérables. Ces insectes précieux, subissent des attaques parasitaires féroces qui nuisent à leur santé et à leur existence ce qui est devenue inquiétant depuis quelques années. En effet, leur taux de mortalité a atteint 30 à 35%, taux anormalement élevé, et qui peut atteindre dans certains cas les 50% de pertes en périodes hivernales et 30% à 40% de pertes en période printanières (BOUCHER, 2009).

Une conjoncture de plusieurs facteurs semble expliquer ce problème, mais l'on pointe en première ligne les aléas climatiques (chute des températures, neige et sécheresse) et la maladie parasitaire : *la varroase*. Cette maladie est engendrée par l'acarien *Varroa destructor* qui est considéré actuellement, par tous les apiculteurs, comme étant le parasite le plus dangereux de l'abeille domestique *Apis mellifera*. C'est un ectoparasite qui attaque les abeilles à tous les stades de leur développement. Le couvain est essentiellement endommagé; les abeilles qui sont infestées pendant la phase du couvain montrent différents symptômes de la maladie, tels qu'une durée de vie raccourcie, des changements de comportement et une sensibilité accrue aux affections. Juste avant l'effondrement des colonies, des signes morphologiques apparaissent comme des ailes atrophiées et un abdomen raccourci (ROSENKRANZ, 2010).

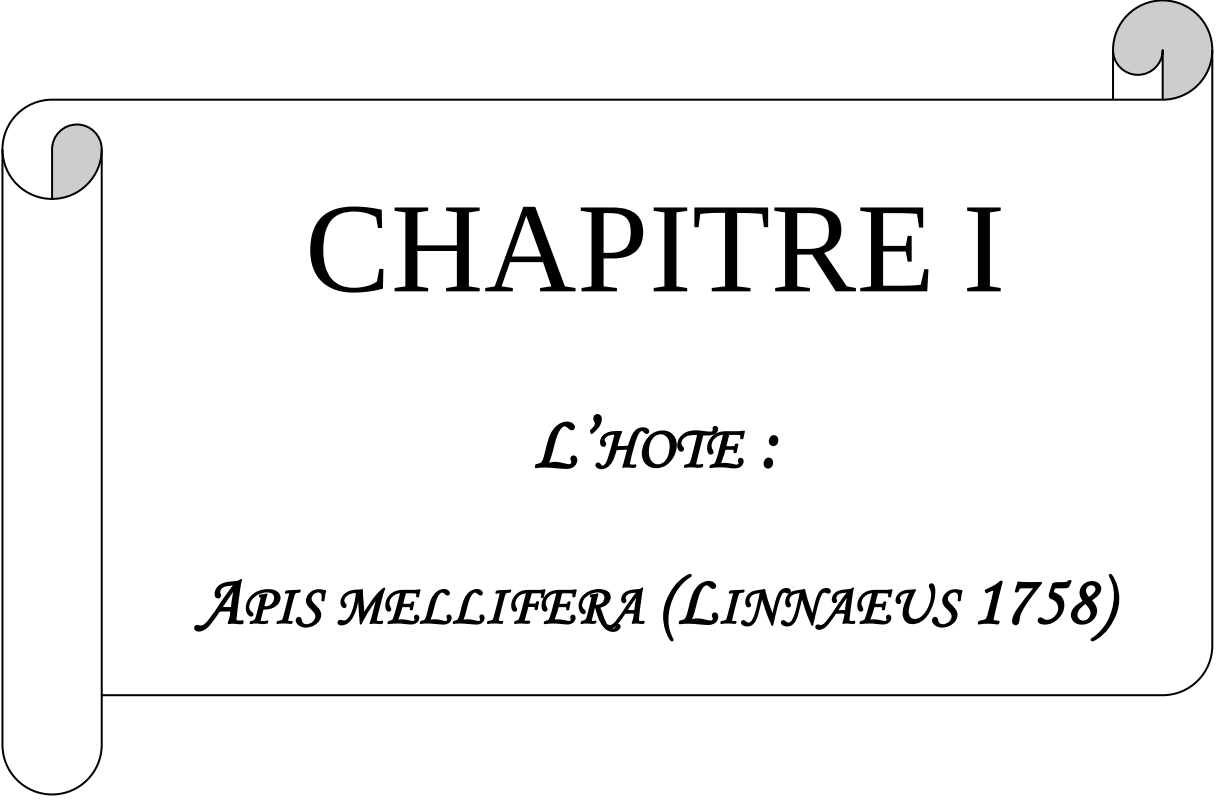
Diverses méthodes de contrôle de cet acarien ont été étudiées, Comme les méthodes biotechniques (BOOT et *al.*, 1995), biologiques (NAZZI et *al.*, 2004), Génétiques (MARTIN et *al.*, 2001), et chimiques par l'utilisation des molécules chimiques. Ces derniers, correspondent à l'utilisation de plusieurs familles de pesticides à l'intérieur de la ruche (BOGDANOV, 2006 ; HANBRUGE et *al.*, 2006). Divers travaux ont montré que ces acaricides utilisés entraînaient des effets néfastes sur l'environnement et sur la santé de

l'abeille (LODESANI, 2004) et se retrouvent même en quantités potentiellement dangereuses dans les produits de la ruche (SIMONEAU, 2004). D'où l'importance de s'orienter vers des molécules naturelles de moindre toxicité et non polluantes tels que les acides organiques (acide oxalique, acide formique) et les huiles essentielles.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail dont deux objectifs sont ciblés :

- Etudier l'état sanitaire de cheptel apicole à partir d'une enquête menée auprès des apiculteurs de différentes régions de la wilaya de Tizi-Ouzou afin de déterminer les causes de l'effondrement des colonies d'abeilles et l'ampleur de la présence du parasite *varroa* au niveau de ces colonies.
- Tester au laboratoire, l'effet acaricide de deux huiles essentielles (*Pistacia lentiscus*) et (*Laurus nobilis*) sur le parasite *Varroa destructor* et déterminer la dose la plus efficace qui neutralise ce parasite sans porter atteinte aux abeilles qui sont une des sources économiques importantes en Algérie.

Le présent travail comporte quatre chapitres dont le premier et le deuxième présentent une synthèse bibliographique de l'hôte l'abeille *A. mellifera*, et de son parasite *V. destructor* respectivement. Dans le troisième chapitre est présentée les résultats de l'enquête effectuée sur le terrain, et dans le quatrième chapitre les résultats des essais au laboratoire qui portent sur l'efficacité de deux huiles essentielles : lentisque (*Pistacia lentiscus*) et du laurier noble (*Laurus nobilis*) dans la lutte biologique contre *V. destructor*. Notre travail est clôturé par une conclusion et quelques recommandations.



CHAPITRE I

L'HOTE :

APIS MELLIFERA (LINNAEUS 1758)

1 Généralités sur l'abeille *Apis mellifera*

1.1 Origine et répartition géographique de l'abeille d'*Apis mellifera*

L'abeille domestique fait partie de l'ordre des Hyménoptère regroupées dans la super famille des Apoidea (MEDORI et COLIN, 1982 ; MICHENER, 2000). Elle est phylogénétiquement beaucoup plus proches 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, certains paléontologues découvrirent leurs fossiles dans les ambres de la baltique depuis plus de 60 millions d'années (WINSTON, 1993).

Les premières abeilles seraient apparues lors de l'Eocène, suivies par les premiers individus du genre *Apis* pendant 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, Linné décrit pour la première fois l'abeille occidentale *Apis mellifera* dont le nom de l'espèce vient du latin « mellis » miel et « ferre » porter. Le terme *mellifica* serait plus approprié puisque l'abeille ne fait pas que transporter le miel mais elle le produit à partir du nectar des fleurs butinées (GUERZOU et NADJI, 2002 ; TERZO et RASMONT, 2007).

A. mellifera occupe une aire géographique très vaste, presque elle est présente dans le monde entier ; elle s'étend jusqu'à l'Afrique, le nord de l'Europe, et l'Asie centrale (LE CONTE et NAJAVAS, 2008). Elle a été introduite par les apiculteurs en Amérique, en Australie et sur plusieurs îles océaniques, afin d'améliorer la pollinisation des cultures et assurer la fourniture en produits dérivés de l'activité apicole (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 issu 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. andreniformis*)
- 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 décrites sur la base de certains caractères morphologiques, écologiques et comportementaux (LE CONTE et NAJAVAS, 2008)(Fig.01).



Figure 01 : Aire de répartition des espèces d'abeilles du genre *Apis* (CHARPENTIER, 2013).

Selon Ruttner (1968), l'abeille mellifère algérienne est représentée par deux sous-espèces : *Apis mellifera sahariensis* et *Apis mellifera intermissa*.

- A. *Apis mellifera intermissa* :** Appelée également "l'abeille tellienne", très répandue au nord du pays, de couleur noire et essaimeuse. Elle est également réputée par son agressivité et sa grande production de propolis (RUTTNER, 1988). Néanmoins, *A. mellifera intermissa* s'adapte facilement aux grandes variations de conditions climatiques (BAROUR et al., 2011 ; HADDAD et al., 2015) et résiste à certaines maladies. Cette abeille est très précieuse, car c'est une race primaire qui peut servir pour les croisements (ADAM, 1980).
- B. *Apis mellifera sahariensis* :** Connue également sous le nom d'abeille saharienne. Elle est répartie essentiellement dans les oasis algériennes et elle est d'une coloration jaune d'où le nom de l'abeille jaune. Contrairement à *A. mellifera intermissa*, cet écotype essaime peu (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.

1.2 Position systématique de l'abeille

Selon le (CONTE, 2002) l'abeille domestique appartient à la classification suivante

Règne :	Animalia
Embranchement :	Arthropode
Sous Embranchement :	Hexapoda
Classe :	Insecta
Ordre :	Hymenoptera
Sous Ordre :	Apocrita
Super Famille :	Apoidea
Famille :	Apidae
Genre :	<i>Apis</i>
Espèce :	<i>Apis mellifera</i>
Sous-espèce :	<i>Apis mellifera intermissa</i> BUTTEL-REEPEN, 1906).

1.3 Communauté des abeilles domestiques

L'abeille domestique forme des colonies monogynes, composés de trois castes dont le rôle est prédéfini (Fig.02). D'une part les adultes : La reine, les ouvrières, et les faux bourdons (LOCARDAIRE, 1834), et d'autre part les formes juvéniles et immatures (œufs, larves et nymphes) qui se regroupent sous le terme de couvain (WILSON, 1971).

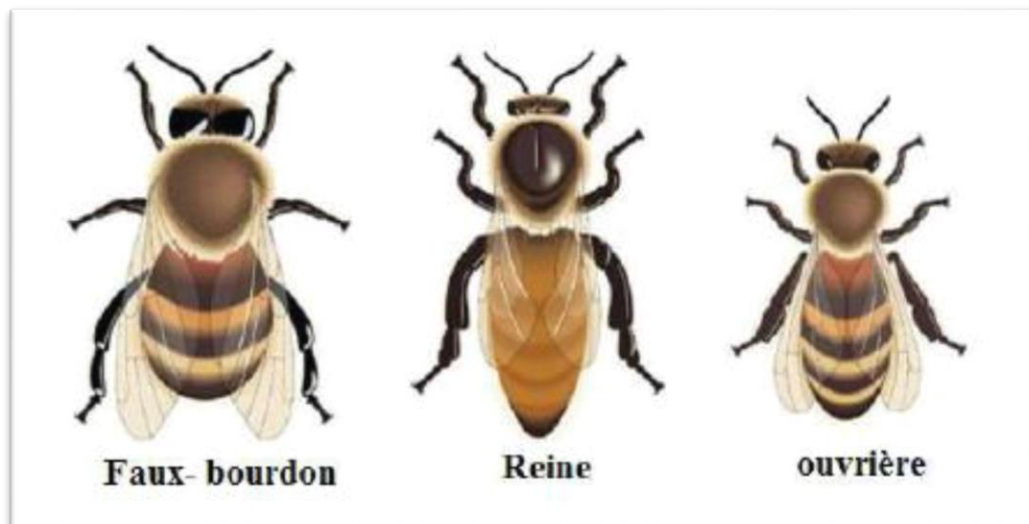


Figure 02 : Différentes castes de l'abeille (ROSOLOFOARIVAO, 2014).

1.3.1 Individus adultes

1.3.1.1 Reine

La reine est la seule femelle fertile de la colonie, entourée par des ouvrières qui lui prodiguent les soins nécessaires (MARCHENAY et BERARD, 2007). Elle se caractérise par un abdomen et un thorax plus développé que ceux des autres abeilles, et Pèse entre 178 et 298 mg, mesure en moyenne 16 mm de long, son thorax atteint 4,5 mm de diamètre (BIRI, 2010).

La reine provient d'un œuf fécondé, pondue dans une cellule royale accrochée aux rayons (PROST, 2005). Elle atteint sa maturité sexuelle à cinq ou six jours, et entreprend alors un vol nuptial parcourant jusqu'à 3 km pour atteindre un rassemblement de mâles (Jusqu'à 20 mâles), les plus vigoureux et rapides la fécondent (LE CONTE, 2011). Sa durée de vie très longue par rapport à celle des ouvrières, elle est de quatre à cinq ans (FLURI, 1994 ; FRERES et GUILLAUME, 2011)

Ses principales fonctions sont la ponte des œufs et la régulation des activités de la colonie, par sécrétion de phéromones produites par les glandes mandibulaires (stimulation de la production de cire, inhibition de la construction d'alvéoles royales, inhibition du développement ovarien des ouvrières). Elle ne quitte le nid qu'à deux occasions, lors du vol nuptial, ou lors de l'essaimage.

1.3.1.2 Ouvrières

Les ouvrières constituent la caste la plus nombreuse au sein de la population d'abeilles. Elles sont diploïdes résultant d'œufs fertilisés (WENDLING, 2012). Les ouvrières affichent souvent une couleur plus foncée et plus marquée, et leur corps est moins long que celui de la reine.

Elles mesurent en moyenne 10 à 12 mm de long pour 4 mm de diamètre de thorax, et pèsent entre 81 et 151 mg (RAVAZZI, 2007 ; BIRI, 2010 ; WENDLING, 2012). Leur abdomen est moins proéminent, caractérisés par une langue développée qui sert à la récolte du nectar, et des pattes dotées de brosses et d'une corbeille pour la récolte du pollen (CARON, 1999 ; PEACOCK, 2008).

Le nombre d'ouvrières dans une colonie varie entre 30 000 et 60 000 individus selon les saisons, leur durée de vie dépende la période d'activité (LACUBE, 2015). Ce sont des femelles stériles, et leur fonctionnement ovarien est bloqué par les phéromones produites par la reine (PHAM-DELEGUE, 1999 ; CARON, 1999). Certaines de ces ouvrières peuvent cependant pondre, mais uniquement dans une situation d'absence de reine (colonie orpheline). Dans ce cas précis, la descendance engendrée sera exclusivement mâle et stérile.

Toutefois, dès leur naissance, les ouvrières réalisent une série de tâches dont la séquence est une partie intégrante de l'organisation sociale de la colonie (ADJLANE, 2015). D'après LOURI et BOUCHETTA (2017), les ouvrières changent de travail au fur et à mesure qu'elles avancent en âge et elles le font sans apprentissage, en passant d'une activité à l'autre. Ainsi, au cours de sa vie, chaque abeille aura participé à tous les travaux de la ruche (Tab.01).

Tableau 01 : Différentes tâches de l'abeille selon l'âge (CAILLAS, 1974).

Age en jour	Taches
1 ^{er} jour de sa vie	Nettoyeuse : nettoie les alvéoles des cadres
3 ^{eme} jour au 10 ^{eme} jour	Nourricière : au début, elle alimente les larves d'ouvrières et de mâles Agée à l'aide du miel et du pollen. Au 6 ^{eme} jours, grâce au développement Des glandes hypophrygiennes et mandibulaires, qui secrètent la gelée roy elle nourrit les jeunes larves et la reine
11 ^{eme} jour au 13 ^{eme} jour	Magasinière : elle entrepose le pollen et le miel et fait ventileuse et Calfeutreuse.
14 ^{eme} jour au 17 ^{eme} jour	Cirière : grâce au développement de ses glandes cirières, elle élabore de la cire sous forme de lamelle malaxée par les mandibules ; la cire sert à construire les rayons.
18 ^{eme} jour au 20 ^{eme} jour	Gardienne : elle s'oppose à la pénétration d'insectes avide de miel et chasse les abeilles étrangères à la colonie.
A partir du 21 ^{eme} jour	Butineuse : Elle sort pour récolter le pollen et le nectar et assure la pollinisation.

1.3.1.3. Mâles

Appelés aussi « faux-bourçons », ils se caractérisent par un corps trapu, poilus, de couleur sombre, avec un abdomen arrondi (diamètre thorax de 5,5 mm) et peuvent atteindre 12 à 14 mm de long. Ils pèsent entre 196 et 225 mg (WENDLING, 2012), et ne possèdent pas de dard, et ils sont nourris par les ouvrières (FRERES et GUILLAUME, 2011).

Les mâles sont haploïdes, dérivent d'œufs non-fécondés, pondus par les reines ou les ouvrières, et naissent environ 24 jours après incubation dans les alvéoles (MARCHENAY et BERARD, 2007). Les mâles ont principalement une fonction de reproduction pour assurer la fécondation de la reine, et participent également à la ventilation de la ruche en cas de forte chaleur pour maintenir une bonne température au couvain (BELZUNCES et *al.*, 1996). Ils rentrent dans n'importe quelle colonie, de ce fait se sont d'excellents vecteurs d'agents pathogènes (RUEPELL et *al.*, 2005).

Leur population varie de 0 à 6000 individus au sein de la colonie selon la période de l'année (PAGE et PENG, 2001). Choyés par les ouvrières au printemps, tolérés pendant l'été, chassés ou massacrés à l'automne. Toutefois, les faux bourçons meurent généralement pendant ou peu après l'accouplement avec la reine (BEAR, 2005).

1.3.2 Couvain

Le couvain représente les formes immatures de l'abeille (Fig.03), le couvain d'ouvrières se situe au centre du nid ; tandis que celui des faux-bourçons et de la reine se trouve en périphérie.

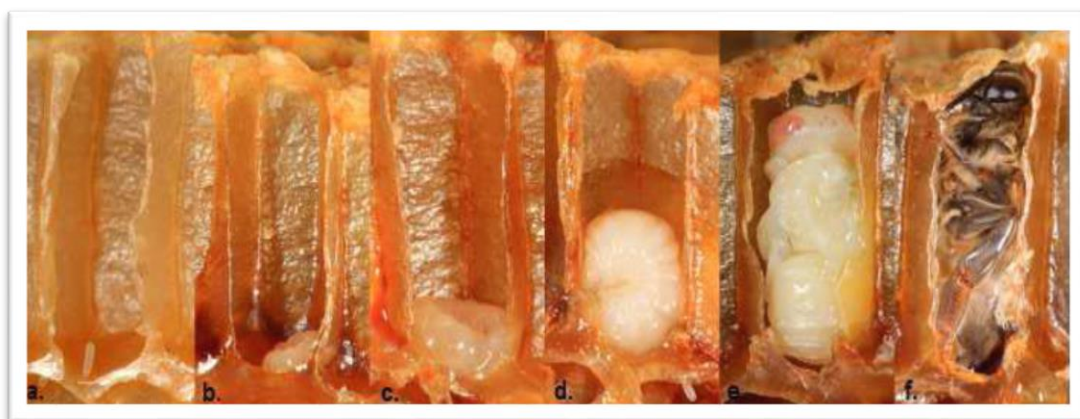


Figure 03 : Formes immatures de l'abeille domestique (ALIC, 2013).

Les alvéoles de faux-bourçons sont plus larges que celles des ouvrières, par contre celle de la reine sont plus longues (Fig.04) (ALIC, 2013).

Nous distinguons deux types de couvain :

- a. **Couvain ouvert** : il renferme les œufs et les jeunes larves (PROST, 2005).
- b. **Couvain operculé (fermé)** : Qui correspond au stade nymphal (PROST, 2005). Les alvéoles sont couverts par une mince couche de cire produite par les ouvrières cirières (RAVAZZI, 2007).



Figure 04 : Couvain d'ouvrières et de faux-bourdons (ALICE, 2013).

1.4 Morphologie de l'abeille domestique

Le corps de l'abeille se divise en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (Fig.05). Celles-ci sont articulées entre elles par des muscles agissant également sur des articulations, ce qui permet de classer cet insecte parmi les invertébrés dits " arthropodes " (LACUBE, 2015).

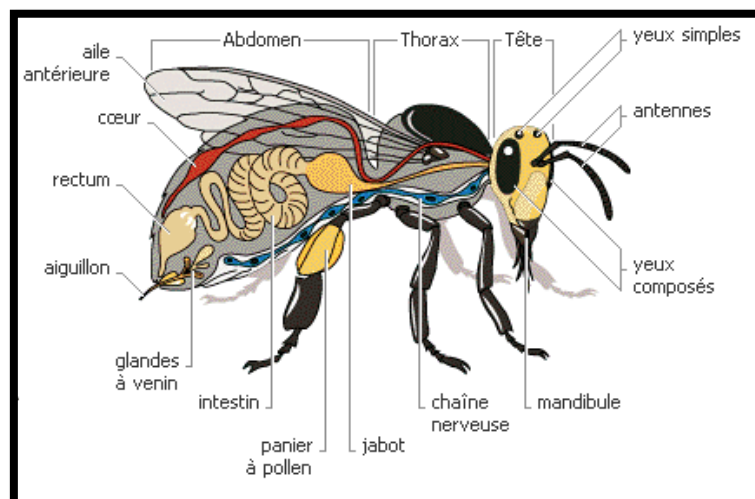


Figure 05 : Morphologie de l'abeille (HENNEBELLE, 2010)

1.4.1 Tête

La tête abrite la majeure partie des organes sensoriels (RAVAZZI, 2007). Elle est de forme ovoïde chez la reine, plus au moins triangulaire chez l'ouvrière et arrondi chez le mâle. La tête comporte deux antennes, deux yeux et un appareil buccal (BIRI, 2010).

- Les yeux : une paire des yeux composées qui servent à voir les longues distances, et les trois yeux simples (ocelles) qui lui permette de voir tout ce qui est proche d'elle.
- Les antennes : c'est avec lesquelles l'abeille sent et goute.
- L'appareille buccale : il est constitué par la trompe qui est entouré par une des mandibules, ainsi que la langue qui lui permet de récolter le nectar ou le miellat.

1.4.2 Thorax

Le thorax est formé de trois segments appelés prothorax, mésothorax et métathorax (BIRI, 2010), soudés entre eux et portant chacun une paire de pattes. Sur le deuxième et le troisième segment, on distingue une paire d'ailes (RAVAZZI, 2007). De ce fait on distingue que le thorax assure la locomotion de l'abeille (CLEMENT, 2015).

- **Pattes** : Trois paires, chaque paire de pattes est spécialisée : la patte antérieure est utilisée pour nettoyer les antennes, par contre la médiane et la postérieure sont adaptées chez l'ouvrière à la récolte du pollen (RAVAZZI, 2007).
- **Ailes** : Deux paire de type membraneuses, de forme sub-triangulaire ; elles sont parcourues par un certain nombre de nervures qui les soutiennent (BIRI, 2010). Les ailes du deuxième segment sont plus grandes que celles du troisième segment, ces dernières présentent une trentaine de crochets leur permettant de former, avec l'autre paire d'ailes, une seule surface favorisant le vol (RAVAZZI, 2007).

1.4.3 Abdomen

L'abdomen de l'abeille domestique est composé de sept anneaux interférés. Il renferme le tube digestif, le système respiratoire et circulatoire, ainsi que l'appareil de reproduction et le dard avec son venin. L'abdomen comporte aussi les différentes glandes (Cireuses et Nassanov) qui sont présentes seulement chez les ouvrières, et les glandes de mâchoire qui sont très développées chez la reine pour la production des phéromones (ADJIMI et *al.*, 2011).

1.5 Cycle évolutif d'*Apis mellifera*

Le cycle de vie annuel de la colonie d'abeilles débute en fin d'hiver quand la colonie commence à se développer (SEELEY, 2002). L'abeille *A. mellifera* est un insecte à métamorphose complète ; son développement, quelle que soit sa caste, passe par trois stades : œuf, larve et nymphe, dont la durée de développement diffère d'une caste à une autre (Fig.06).

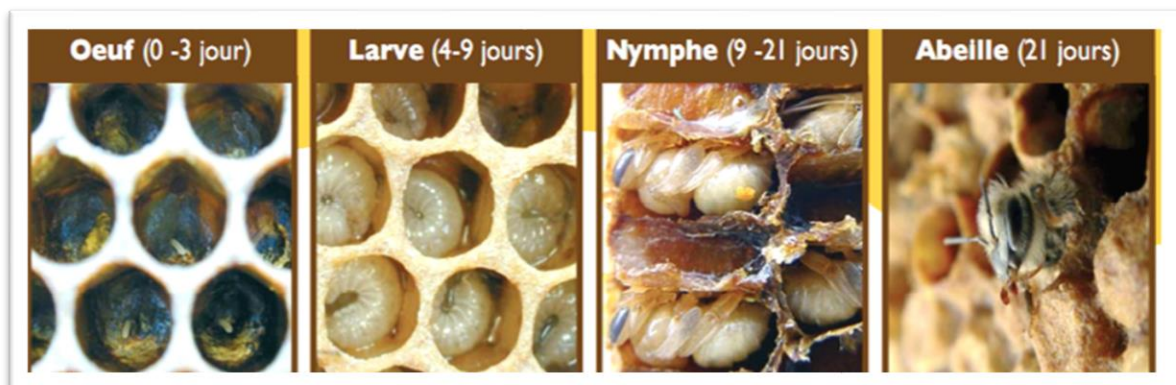


Figure 06 : Différents stades de développement d'une abeille (Bertrand, 2003)

Au cinquième jour après l'accouplement, la reine commence la ponte, elle pond environ 1500 à 2000 œuf par jour (VON FRISCH, 2011). Un mécanisme musculaire permet à la reine de choisir de féconder ou non les œufs qu'elle dépose au fond des alvéoles. Le développement de l'abeille jusqu'à l'émergence passe par 3 stades et sa durée de vie diffère d'une caste à une autre (Tab.02).

Tableau 02 : Longévité des différents stades de vie des castes d'*A. Mellifera* (PHILIPPE, 2007).

Stade en jours	Reine	Castes	
		Ouvrière	Mâle
Œuf	3	3	3
Larve	5	6	7
Nymphe	8	12	14
Naissance de l'imago après	16	21	24
Longévité	3 à 6 ans	28 à 180 jours	15 à 60 jours

1.5.1 Œuf

L'œuf est de couleur Blanche, translucide et ovale. Il mesure 1-1,5 x 0,5 mm et pèse entre 0,12 et 0,22 mg (WENDLING, 2012). Initialement dressé verticalement dans l'alvéole, il s'incline pour finir complètement coucher au bout de trois jours (BIRI, 2010).

1.5.2 Larve

Après 3 jours d'incubation, l'œuf éclot et donne naissance à une larve. Celle-ci est de couleur blanche a la peau très fine, sans yeux ni pattes (apodes).

Les larves se trouvent au fond des alvéoles, couchées sur un côté et enroulées de telle façon que la zone anale rejoigne la tête. Elles baignent dans la gelée larvaire et elles sont nourries par des ouvrières nourrices âgées de 3-15 jours (BROUWERS et *al.*, 1987). Une fois les larves atteignent leur maturité, elles deviennent capables de se nourrir toutes seules.

1.5.3 Nymph

Appelé aussi stade pupal, la larve commence à se transformer en nymphes après le 9ème jour. Ce stade est caractérisé par des grands changements de structure (MEDORI et COLINE, 1982). On distingue de nombreuses caractéristiques morphologiques, tête, thorax, abdomen et appendice (patte, antennes, pièce buccale) (WINSTON, 1993). Une dernière mue appelée imaginale fait passer la nymphe au stade adulte. La jeune abeille perce l'opercule et s'envole (BIRI, 2010).

1.6 Nutrition et durée de vie

La nutrition des abeilles est basée sur deux aliments essentiels, en premier le miel : qui constitue un apport glucidique couvrant les besoins énergétiques de l'abeille (LOUVEAUX, 1985 ; ALLEAUME, 2012), et en second le pollen. Chez les jeunes abeilles, au cours des premiers jours qui suivent leur émergence, elles consomment du pollen en abondance (HAYDAK, 1970), il est considéré comme seule source de protéine indispensable à leur développement et au développement des larves (CHAUZAT et *al.*, 2005), et notamment pour la formation des organes internes : tels que la glande nourricière, les corps adipeux et la musculature de vol (BRODSCHNEIDER et CRAILSHEIM, 2010). La durée de vie de l'abeille dépend de cette consommation de pollen, si les jeunes abeilles ne peuvent pas consommer ce pollen leur durée de vie sera réduite (MAURIZIO, 1946).

Pendant les trois premiers jours toutes les larves sont nourries avec la gelée royale par les ouvrières nourrices (VON FRISCH, 2011). Cette gelée est une substance très nutritive produite par des glandes de la bouche des ouvrières (hypopharyngienne et mandibulaire) (ALBOUY, 2012). A partir du quatrième jour, certaines larves choisies par les ouvrières

continuent à être alimentées par la gelée royale et elles deviendront des reines. Alors que les autres larves qui seront les futures ouvrières et faux bourdons sont nourries avec du miel ou du pollen (VON FRISCH, 2011).

2 Les produits de la ruche

À partir de l'élevage des abeilles, plusieurs produits sont obtenus :

2.1 Miel

Le miel est la substance naturelle sucrée qui provient de la transformation du nectar prélevé par la butineuse dans les nectaires des fleurs. Il constitue la ressource glucidique de l'abeille. Pour l'homme, le miel présente également un intérêt nutritionnel, thérapeutique et cosmétique considérables (ALPHANDERY, 2002).

2.2 Pollen (pain des abeilles)

C'est l'organe mâle de la fleur, fine poussière récoltée par les abeilles durant presque toute l'année sous forme de petites pelotes. Le pollen est riche en protéines sert à nourrir les larves (NAIR, 2014). Il est de couleur très variée dans les cellules qui ne sont jamais operculés, allant de la neige claire au noir en passant par le jaune, orange et le rouge et brillant, il est transformé au cours d'une fermentation par des enzymes apportées par la salive des abeilles ou moment de son tassement dans les cellules, appelé alors 'pain des abeilles', il est particulièrement digeste et destiné aux abeilles nourrices.

2.3 Gelée royale

La gelée royale est une bouillie épaisse, blanche ou jaune clair, sécrétée par des glandes hypopharyngiennes situées dans la tête des abeilles nourrices. Elle est la clé du développement de la colonie, responsable de la longévité et la fertilité de la reine (PROST et LE CONTE, 2005).

2.4 Cire

La cire est une substance sécrétée par les glandes cirières des jeunes ouvrières pour construire les alvéoles de leur nid. Elle est utilisée par l'homme en cosmétologie pour ses propriétés bactériostatiques et anti-inflammatoires (PROST et LE CONTE, 2005).

2.5 Propolis

C'est une matière récoltée par les abeilles sur les bourgeons des arbres. Produit non transformé par l'abeille, la propolis aux vertus des arbres dont elle est issue. La propolis est depuis longtemps utilisée par l'homme pour ses propriétés anti-inflammatoire, antimicrobienne, antivirale et antifongique (DIMOV et *al.*, 1991 ; AMAROS et *al.*, 1992 ;

MURAD et *al.*, 2002 ; GEKKER et *al.*, 2005). De plus, la propolis possède des propriétés anti protozoaires et antiparasitaires (HIGASHI et *al.*, 1995 ; ABDEL-FATTAH et NADA, 2007 ; MONZOTE et *al.*, 2011).

2.6 Venin

Il s'agit d'une sécrétion de l'abeille synthétisée par les glandes à venin sous la forme d'un liquide transparent situées dans l'abdomen des abeilles ouvrières et de la reine. Il est utilisé en cas de danger dans un réflexe d'auto-défense. Le venin d'abeilles est un mélange complexe d'enzymes, de protéines, de peptides et d'acides aminés ce qui lui confère ses propriétés anti-inflammatoire (PROST, 2005).

3 Rôle écologique de l'abeille

Les abeilles domestiques jouent un rôle primordial dans les diverses phases de la vie de nombreuses espèces végétales et animales. Elles contribuent à maintenir la chaîne des écosystèmes (STRAUB, 2007) et l'équilibre de la biosphère terrestre en présentant de nombreux intérêts dont :

- **Rôle pollinisateur :** Les abeilles représentent de 65 à 95 % des insectes pollinisateurs (GALLAI et *al.*, 2009 ; RADER et *al.*, 2009 ; MORITZ et *al.*, 2010). L'abeille et la fleur sont indissociables ; leurs relations mutuellement bénéfiques sont largement responsables de la biodiversité végétale que l'on connaît aujourd'hui et sans elles de nombreux équilibres biologiques seraient rompus et des espèces végétales disparaîtraient. (PROST et le CONTE, 2005).
- **Rôle dans la lutte contre le réchauffement climatique :** si le déclin des pollinisateurs se poursuit, cela pourrait déclencher une cascade accentuant le réchauffement climatique. Par ailleurs, il n'y a pas que les fleurs herbacées qui tirent un profit de la pollinisation, c'est également le cas des espèces ligneuses. Ainsi, la plupart des arbres ont besoin d'être pollinisés pour se reproduire. S'ils venaient à disparaître, la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère pourrait augmenter avec toutes les conséquences qu'on imagine. L'instabilité du sol et le recyclage des nutriments pourraient aussi être impactés (CATAYS, 2016).
- **Rôle de bioindicateur :** L'abeille peut également être utilisée comme bioindicateur de la santé de l'écosystème dans lequel elle évolue, par son mode de vie et son rôle de pollinisateur soumis en premier aux polluants de l'écosystème (AMIRAT, 2014 ; CATAYAS, 2016).

- Rôle dans le maintien de la diversité génétique (ANDERSON et *al.*, 2011 ; KRUPKE et *al.*, 2012).
- Rôle dans la production du miel, de la propolis, de la gelée royale, du pollen, et de la cire (BOGDANOV, 2006).
- Rôle économique important : La pérennité des activités agricoles dans le monde est liée en parties aux insectes pollinisateurs (BOGDANOV, 2006).

4 Les facteurs influencent les pertes de colonies

4.1 Facteurs environnementaux

L'influence de l'environnement sur l'abeille domestique est liée à deux facteurs : Les ressources alimentaires et le climat .Cependant, les mauvaises conditions climatiques (froid et pluies) empêchent les abeilles de sortir pour faire des réserves de nourriture, comme ils provoquent la dégradation de l'environnement qui conduira un manque de disponibilité en plantes à pollen qui provoquera l'affaiblissement de la biodiversité et peuvent avoir pour conséquences une carence des abeilles en acides aminés. Or, les carences alimentaires augmentent la sensibilité des abeilles aux insecticides (WAHL et ULM, 1983) et aux maladies (FRIES, 1995). Au moment des grosses chaleurs elles vont récolter de l'eau et ventilent la colonie. Une modification du climat aura donc un impact direct sur le comportement des abeilles, et une influence sur leur cycle de développement.

4.2 L'homme et ces pratiques

- **Pratique apicole** : La gestion zootechnique des ruchers (nourrissement, transhumances, préparation et gestion de l'hivernage) et la gestion du matériel apicole sont des éléments clés de l'équilibre sanitaire (DAWSON, 1994).
- **Pratique agricole** : comme les abeilles sont des insectes pollinisateurs, de ce fait elles sont sensibles aux pesticides utilisés sur les cultures. La toxicité des pesticides est un sujet réel mais malheureusement très controversé (WEIBULL et *al.*, 2003 ; TODD et *al.*, 2007).
- **Pollution génétique** : Certaines pratiques apicoles s'opposent aux forces exercées par la sélection naturelle qui tendent plutôt à différencier les populations et favorisent leur homogénéisation. Ainsi, les importations des reines de variété étrangères et la transhumance accélèrent de manière artificielle les flux de gènes (MALONE et *al.*, 1998).

5 Maladies de l'abeille domestique

Selon PELLETIER (2010), la santé des abeilles est liée à divers facteurs de nature différente (bactérienne, virale, parasitique, etc.). Les abeilles lorsqu'elles jouissent d'un état de santé et d'une alimentation optimale, leur résistance aux conditions adverses est plus forte. Elles sont également menacées par plusieurs ennemis intervenant directement ou indirectement en perturbant la vie des colonies :

5.1 Maladies des abeilles adultes

5.1.1 Acariose

L'acariose est une maladie parasitaire contagieuse de l'appareil respiratoire de l'abeille adulte, causée par un acarien microscopique *Acarapis woodi* (RENNIE, 1921). C'est un parasite interne qui infeste les trois castes (reine, faux bourdon et les ouvrières) (DELFINANDO-BAKER et BAKER, 1984). Il se nourrit de l'hémolymphe des adultes, peut inoculer des germes pathogènes et exerce une action traumatique importante (PROST, 1990).

L'infection se propage par contact direct, et les abeilles nouvellement écloses sont les plus respectives. Le diagnostic est porté en visualisant les acariens dans la trachée. Les effets pathogènes trouvés chez les abeilles infectées dépendent du nombre de parasite dans la trachée (OTIS et SCOTT-DUPREE, 1992). Les principaux symptômes sont :

- Affaiblissement des colonies (diminution de la durée de vie).
- Ailes dissymétriques et Perturbation du vol
- Les colonies peuvent dépérir au printemps (CHARRIERE et *al.*, 1998) et ils sont attribuables au dommage mécanique et au désordre physiologique consécutif à l'obstruction des conduits d'air, aux lésions dans les parois des trachées et à la réduction de l'hémolymphe (OTIS et SCOTT-DUPREE, 1992).

5.1.2 Nosémosé

La nosémosé est une maladie provoquée par un parasite unicellulaire de la classe des fongidés, genre *Nosema*, identifié en 1907 par Zander. L'agent fongique responsable est *Nosema apis* qui existe sous forme végétative, et sous forme de résistance (spore). Cette maladie peut évoluer de façon chronique (TOUMANOFF, 1951 ; BORCHERT, 1970).

La nosémosé touche les trois castes d'abeille, elle affecte uniquement l'abeille adulte en infectant les cellules épithéliales de leurs ventricules (BAILEY, 1955) provoquant ainsi des diarrhées.

5.2 Maladies du couvain

Parmi les maladies du couvain d'origine bactérienne, il y a : la loque européenne et la loque américaine. se sont des maladies très contagieuses et qui mettent en danger la survie de la colonie. Souvent découvertes tardivement, ces maladies ne peuvent être éradiquées, la plupart des temps, que par la destruction de la colonie.

5.2.1 Loque américaine

C'est une maladie de couvain operculé très contagieuse, due à une bactérie nommée *Paenibacillus larvae*. Cette maladie se dissémine facilement et engendre des spores. Les larves sont contaminées par voie orale dès que les ouvrières leur régurgitent du miel contenant des spores. En cas d'infection très grave, les larves, les nymphes et, exceptionnellement, les larves de faux bourdons sont atteintes (BIRI, 2010).

(BINON et DIEF, 2006) ont décrit Les principaux symptômes qui sont :

- Couvain en mosaïque avec des cadres qui semblent humides ou gras.
- Les opercules d'une couleur différente des voisins, sont concaves, déprimés ou troués et semblent humides ou gras.
- La colonie s'affaiblit.
- Le couvain dégage une mauvaise odeur
- Larves mortes, de couleur brunâtre, transformée en masse visqueuse.

5.2.2 Loque européenne

C'est une maladie contagieuse du couvain ouvert, moins dangereuse que la loque américaine. Causée par une association de plusieurs agents infectieux d'origine bactérienne, l'agent principal étant *Melissococcus pluton* et les agents secondaires les plus fréquents étant *Paenibacillus alvei*, *Paenibacillus apiari*, *Lactobacillus eurydice* et *Enterococcus faecalis* (FLURI, 2003). BINON et DIEF (2006) ont décrit les principaux symptômes qui sont :

- Couvain en mosaïque.
- Les Larves prennent une couleur anormale (jaune à gris brun), et une position anormale redressée. Deviennent fragiles, et meurent généralement avant l'operculation.
- Larves et écailles non adhérentes sont facilement évacuées par les abeilles
- Les écailles loqueuses se détachent très facilement.

5.2.3 Couvain plâtré

Nommé aussi couvain calcifié, couvain momifié ou ascosphérose. Il s'agit d'une maladie du couvain due à un champignon *Ascosphaera apis*. Ses spores infectent le couvain ou pénètrent dans les larves à travers la cuticule.

Le mycélium entre en compétition pour la nourriture avec les larves, et ils les couvrent d'un feutrage blanc (ADAM, 2012). La larve morte se dessèche et devient dure comme du plâtre : elle est appelée « momie ». Plus tard, la larve prendra la couleur noire (FERNANDEZ et COINNEAU, 2007). Toutes les castes de la colonie peuvent être atteintes.

Selon, (BALLIS, 2016) Les principaux symptômes sont :

- Larves momifiées au fond de la ruche.
- Momies blanches ou noires dans le couvain operculé.
- Bruit de grelot lorsqu'on secoue un cadre de couvain atteint.
- Couvain irrégulier, operculé, en mosaïques.
- Larves ou nymphes sorties par les abeilles devant le trou de vol.
- Larves droites dans un alvéole désoperculé.

Colonie faible, plus ou moins dépeuplée.

5.3 Maladies communes aux abeilles adultes et au couvain

L'abeille adulte et le couvain sont sujets à des maladies communes telles que :

5.3.1 Aspergillose

L'aspergillose est transmise par des spores présentes dans l'alimentation. Elle est due à la prolifération du champignon *Aspergillus flavus* sur les larves, les pupes et même les abeilles adultes. Elle se distingue de l'ascosphérose du fait que la couleur des larves momifiées est verdâtre (FAUCON, 1992).

5.3.2 Les viroses

Certains virus semblent en relation avec la *varroase* comme le DWV (virus des ailes difformes) (BORNECK, 1991). Ou le virus de paralysie chronique, ou maladie noire qui est liée à la multiplication du CPV (Chrome Paralysis Virus) dans le tissu nerveux et l'intestin (BARBANGON, 2003).

5.3.3 Varroase

La varroase (ou *varroose*) est une maladie redoutable de l'abeille domestique.

Elle est due à un acarien hématophage nommé *Varroa destructor*. Cette maladie sera détaillée dans le prochain chapitre.

6 Ennemis de l'abeille domestique

Selon BARBANGON (2002), les principaux ennemis de l'abeille domestique exercent une action néfaste sur les abeilles et des dommages variables sur les divers produits de la ruche (Tab.03).

Tableau03 : Les principaux ennemis des abeilles (BARBANGON ,2002).

Classe	Ordre et espèces	Action
Oiseaux	Passeriforme (hirondelle, mésange et le guêpier...)	Chassent les abeilles
Reptiles	Sauriens (le lézard des murailles et lézard vert)	Chasse les insectes autour de l'abeille
Insectes	Coléoptères (cétoines)	Se nourrit de miel
	Hyménoptères (guêpe, le frelon, les philantes apivores, fourmis)	Chasse les abeilles, ils attaquent le couvain et les provisions
	Lépidoptères (la fausse teigne)	Nourrit de bois, cire, pollen

7 Défense de la colonie d'abeilles face aux agents pathogènes

Différents éléments, à l'échelle individuelle et à l'échelle de la colonie, participent à la défense de la colonie d'abeilles face aux agents pathogènes :

a. Défense comportementale

- Le comportement de nettoyage des alvéoles par les ouvrières (BOECKING et SPIVAC, 1999).
- La présence au sein des colonies d'abeilles d'ouvrières, spécialisées dans l'activité de retrait des abeilles malades et des cadavres en dehors de la ruche (VISSCHER, 1983).
- L'auto-épouillage et l'allo-épouillage.

b. Protection morphologique

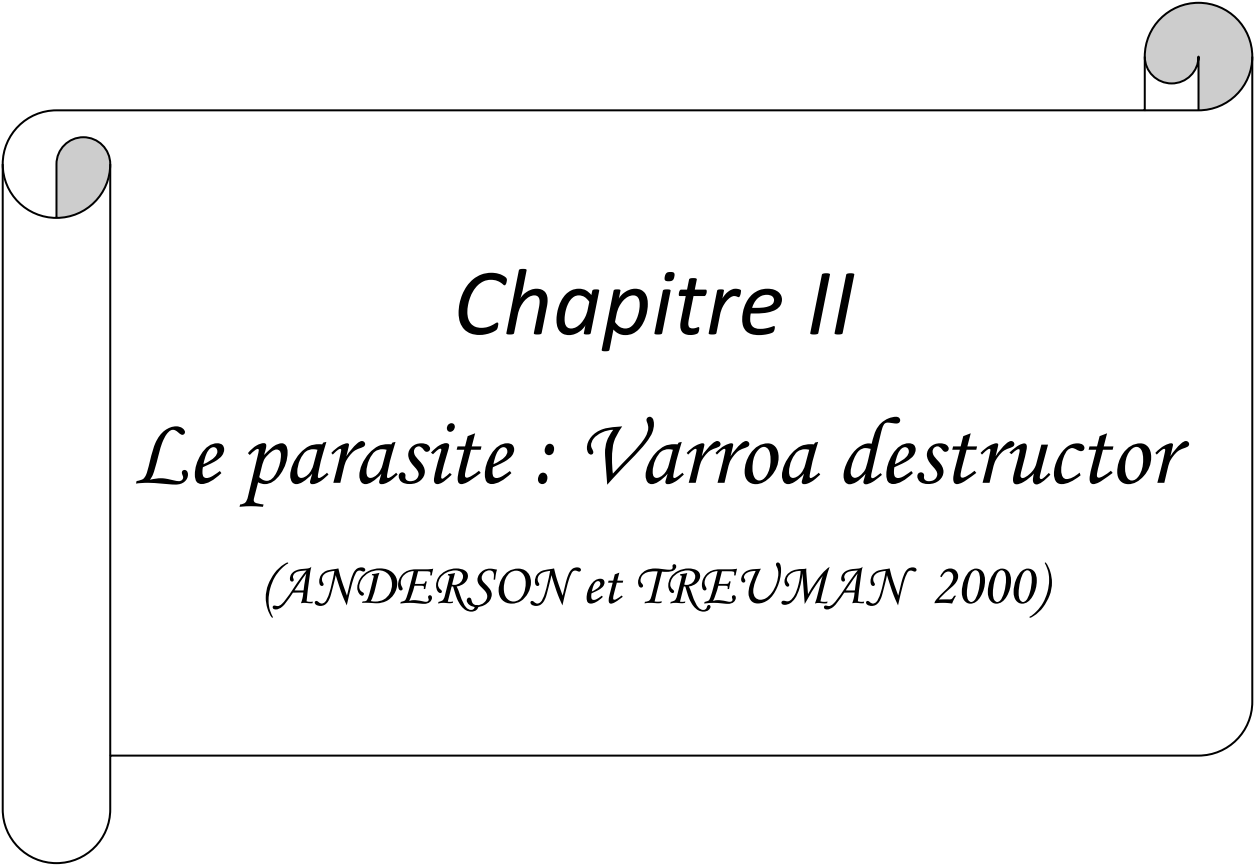
- La cuticule chitineuse qui constitue une barrière entre milieu externe et interne (BOECKING et SPIVAC, 1999).
- La couche cireuse externe qui empêche l'évaporation de l'eau.
- La valve proventriculaire capable de filtrer les spores ingérées.

c. Protection physiologique

- L'utilisation de substances complexes à propriétés antibactériennes comme la cire, la propolis, le miel (FRIES et CAMAZINE, 2001).
- La courte espérance de vie et le remplacement rapide par des individus sains (BOECKING et SPIVAC, 1999).
- Induction d'une fièvre au sein de la colonie en cas d'infection par des agents pathogènes (augmentation moyenne de 0,56°C lors de l'infection d'une colonie d'abeilles par *Ascosphaera apis*) (STARKS et *al.*, 2000).

d. Protection immunitaire :

Les insectes ont un système immunitaire inné permettant une réponse immune humorale (enzymes et facteurs antimicrobiens) et cellulaire (hémocytes) régulé par de nombreux gènes (YANG et COX- FOSTER, 2005 ; EVANS et *al.*, 2006 ; DI PRISCO et *al.*, 2011).



Chapitre II

Le parasite : Varroa destructor

(ANDERSON et TREUMAN 2000)

1 Généralités sur le parasite *Varroa destructor*

L'acarien *V. destructor* (ANDERSON et TRUEMAN, 2000) est un acarien dont la cladogenèse débute avec les Euarthropodes, appartient à la famille des Aroïdée qui regroupent des ectoparasites obligatoires et qui se nourrissent exclusivement de l'hémolymphe d'abeilles du genre *Apis* (LE CONTE et *al.*, 2008). Les deux espèces les plus connues sont : *Varroa jacobsoni* ; parasite d'*Apis cerana* et *V. destructor* ; parasite d'*Apis Mellifera* est l'agent pathogène de la maladie appelée « varroase » qui cause l'effondrement des colonies (PIERRE, 2011).

1.1 Historique et répartition géographique du *V. destructor*

Avant l'année 2000, *V. destructor* était connu sous le nom de *Varroa jacobsoni*. Il a été identifié pour la première fois en 1904, en Indonésie par l'entomologiste Edward Jacobson sur l'île de Java. Puis le Dr Oudemàn (acarologue hollandais) donna la première description de ce parasite et le nomma *Varroa jacobsoni* en hommage à celui qui l'a découvert pour la première fois (COLIN, 1982). Au départ, il s'agissait d'un parasite de l'abeille asiatique *Apis cerana* Fabricus, indigène de l'Asie. Selon OLDROYD (1999), la construction du chemin de fer transsibérien reliant la Russie à l'Extrême Orient aurait conduit, au début du 20^e siècle, à des exportations d'abeilles domestiques de l'Europe vers l'Indonésie. Le rapprochement d'*Apis mellifera* avec l'abeille indigène asiatique *A. cerana* aurait alors permis au parasite *V. jacobsoni* de s'établir sur son nouvel hôte *Apis mellifera*. Les abeilles infestées auraient ensuite été exportées vers leur lieu d'origine, l'Europe, et l'infestation se serait alors rapidement répandue à travers le monde (Fig.07).

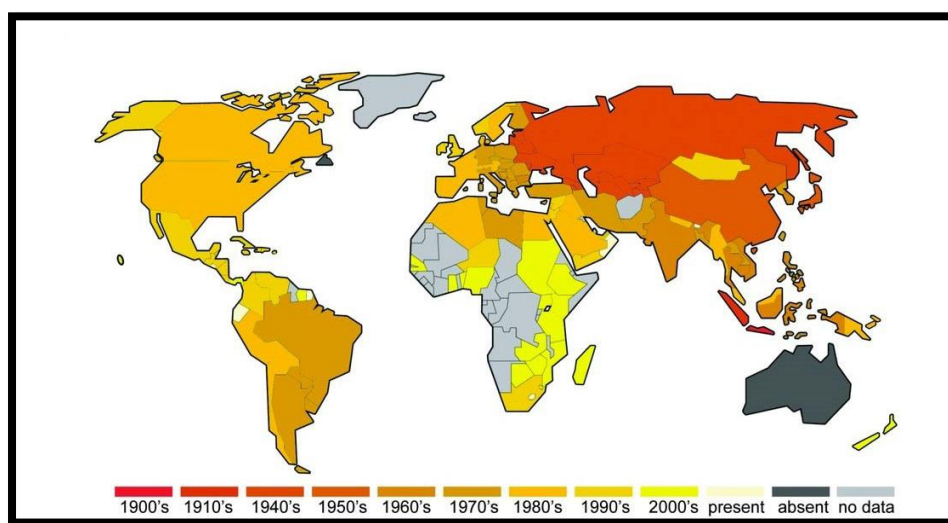


Figure 07 : Dispersion de *V. destructor* à l'échelle mondiale

(WILFERT et *al.*, 2016)

En Algérie, l'introduction du varroa s'est faite à partir de la Tunisie, l'infestation est signalée pour la première fois à l'est du pays en juin 1981 dans un rucher de la coopérative apicole d'Oum Théboul près d'El kala. Cette parasitose avancerait de plus de 80 km par an et sa progression d'est en ouest s'est effectuée de façon systématique (DEFAVAUX, 1984).

1.2 Position systématique du *V. destructor*

D'après ROSENKRAN et *al.*, (2010), le genre *Varroa* est représenté par au moins quatre espèces d'acariens ectoparasites obligatoires qui sont :

- *Varroa underwoodia* été décrit pour la première fois chez *Apis.cerana* au Népal (DELFINADO-BAKER et AGGARWALE, 1987).
- *Varroa rindereri* a été décrit sur *Apis koschevnikovi* à Bornéo (DE GUZMAN, 1996).
- *Varroa jacobsoni*, ectoparasite de l'abeille orientale *Apis cerana* à Java et *Apis nigrocincta* en Indonésie (ANDERSON et TREUMAN, 2000).
- *Varroa destructor*, parasite de l'*Apis mellifera* dont la classification attribuée par ANDERSON ET TREUMAN (2000) est la suivante :

Règne :	Animal
Sous Règne :	Métazoaires
Embranchement :	Arthropoda
Sous-embranchement :	Chelicerata
Classe :	Arachnidae
Sous Classe :	Acari
Super ordre :	Anactinotrichida
Ordre :	Gamasida
Sous Ordre :	Mesostigmate
Famille :	Varroidae
Sous famille :	Varroinae
Genre :	<i>Varroa</i>
Espèce :	<i>Varroa destructor</i>

1.3 Description du varroa

V. destructor est un ectoparasite, phorétique, obligatoire de l'abeille, c'est-à-dire qu'il vit sur le corps externe de l'abeille (ectoparasite), se déplace d'une colonie à l'autre en étant transporté par l'abeille (Phorétique) et il ne peut se développer chez d'autres hôtes que

sur l'abeille (SIMONEAU, 2004). Pour sa forme générale, le varroa ressemble à un minuscule crabe « tourteau » dont la taille serait de l'ordre de millimètre. *V. destructor* est une espèce d'acarien à dimorphisme sexuel très marqué. Chez les acariens, l'ontogénèse comprend six stades : prélarve, larve, protonympe, deutonympe, tritonympe et adulte. Cependant, chez le varroa, la prélarve et la tritonympe ont disparus (FERNANDEZ et COINEAU, 2002). Le développement jusqu'au stade adulte se déroule exclusivement dans du couvain operculé et se réalise durant environ six jours et demi pour le mâle et environ cinq jours et demi pour la femelle.

1.3.1 Formes immatures

On distingue quatre stades immatures :

1.3.1.1 Œuf

Le premier œuf est pondu environ 60 à 70 heures après l'operculation de l'alvéole, que ce soit dans le couvain d'ouvrières ou de faux-bourçons (DONZE et GUERIN, 1994 ; MARTIN, 1994). L'œuf est blanc. Présente une consistance élastique et une forme ovoïde. Il mesure environ 300 µm de long et 230 µm de large (Fig. 08).



Figure 08 : Œuf de varroa (HABBI-CHERIFI et *al.*, 2019)

1.3.1.2 Larve

C'est le premier stade après l'œuf. Elle est enfermée dans la membrane de celui-ci et débute son développement 24h après la ponte. Elle est inactive et immobile, elle est de forme sphérique et mesure 0.5mm de diamètre. Elle est incapable de se nourrir encore moins de se déplacer. Elle est hexapode, ses pattes sont repliées le long du corps (ROBAUX, 1986).

1.3.1.3 Protonymphe

Le passage de la larve à la protonymphe est appelé pupaison, son corps qui semble circulaire est de couleur blanc perlé et possède quatre paires de pattes tendues vers l'extérieur et vers l'avant. Elle se déplace peu ou pas, du fait de la disposition de ses pattes, mais elle est capable de percer la larve et la nymphe et de se nourrir de l'hémolymphe. A ce stade, il est difficile de distinguer le mâle de la femelle. (ROBAUX, 1986). Après s'être bien nourrie, la protonymphe prend du poids ce qui lui permettra de muer en deutonymphe (Fig.09).



Figure 09 : Morphologie de la Protonymphe (RICCARDO, 2010)

1.3.1.4 Deutonymphe

D'après ROBAUX (1986), la deutonymphe est de couleur blanche et prend l'aspect général propre à son sexe mais un peu plus mobile que la protonymphe. Les pattes restent rigides et dirigées vers l'avant. Elle se déplace un peu plus que la protonymphe et elle ne s'arrête pas de s'alimenter (Fig.10).



Figure 10 : Morphologie de la deutonymphe (RICCARDO, 2010)

1.3.2 Formes matures

Après une mue imaginale l'acarien devient adulte et se distingue par un dimorphisme sexuel où le mâle se différencie de la femelle par plusieurs caractères morphologiques.

1.3.2.1 Femelle

D'après FAUCON et FLECHE- SEBAN (1988), la femelle varroa assure le rôle pathogène et la dissémination de la maladie. Elle a une forme elliptique plus large que longue et atteint en moyenne 1,1mm de longueur pour 1,6 mm de largeur. Elle est de couleur brun clair à l'éclosion puis sa couleur fonce prend un teint rougeâtre chez les individus les plus âgées. La femelle, étant presque deux fois plus grande que le mâle, est facilement observable sur le corps des abeilles (Fig.11).

- Face dorsale : comprend une seule plaque appelée sclérite dorsale recouverte de centaines de soies sensorielles et soies de protection.
- Face ventrale : quant à elle, présente tous les organes essentiels : appareil buccal type piqueur suceur, appareil respiratoire, appareil excréteur, appareil locomoteur et appareil reproducteur (LHOMME, 1990).
- Face Latérale (ou idiosome) : On distingue 4 paires de pattes. La première paire est élancées vers l'avant et en mouvement constant, les 3 autres sont courbées vers l'arrière et servent à la locomotion.

En outre, la femelle varroa possède une spermathèque permettant le stockage des spermatozoïdes apportés par le mâle lors de la fécondation (FAUCON et FLECHE-SEBAN, 1988).



Figure 11 : Femelle du *Varroa destructor* (face dorsale et face ventrale) (GOODWING et VAN EATON, 2001).

1.3.2.2 Mâle

Il n'est pas adapté au parasitisme. Son corps est presque sphérique, mou et globuleux avec une pilosité réduite. Le mâle ne sort jamais de l'alvéole et il ne vit que pour la reproduction. Sa couleur varie du jaune clair au blanc (Fig12).



Figure 12 : Morphologie d'un varroa mâle (JACOPO WERTHER, 2010)

Ses quatre paires de pattes ne sont pas recourbées vers l'arrière, mais tendues vers l'avant (ROBAUX, 1986 ; FAUCON et FLECHE- SEBAN, 1988). Son aspect, sa taille, sa couleur font qu'il est souvent confondu avec la protonymphe et les jeunes deutonymphes. Il possède un appareil buccal non adapté à la succion de l'hémolymphe contrairement la femelle (LHOMME, 1990). Les chélicères sont transformées en spermiodyctyles : une sorte de canule permettant l'injection des spermatozoïdes dans l'appareil génital de la femelle. Par cette modification des chélicères, le varroa mâle est incapable de percer la cuticule de son hôte se nourrir par succion de l'hémolymphe au niveau des plaies infligées par la femelle sur le corps des nymphes d'abeilles.

1.4 Cycle de reproduction de *V. destructor*

Le cycle de vie du *Varroa* est strictement lié à celui de l'abeille. Il présente deux phases : une phorétique et une reproductive qui a lieu dans le couvain operculé des mâles et des ouvrières (FRIES, 2005 ; ADJLANE et *al.*, 2018)(Fig. 13).

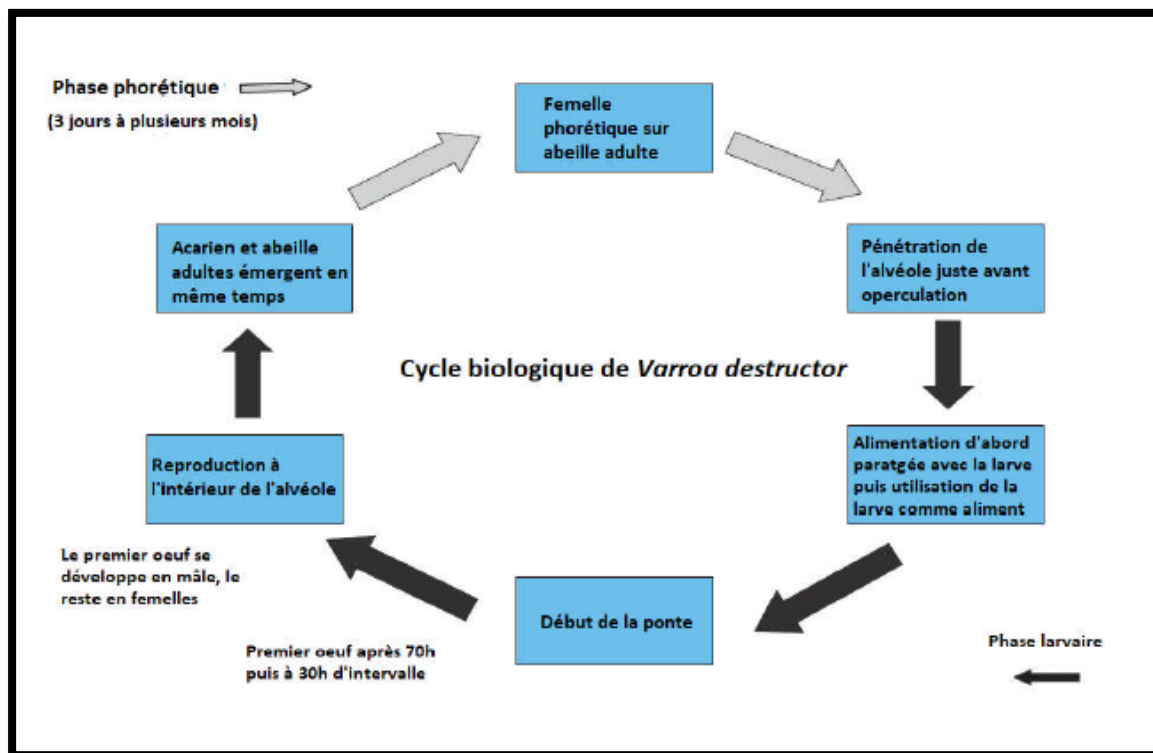


Figure 13 : Cycle biologique de *V. destructor* (BELLALA, 2019)

1.4.1 Phase phorétique

Pendant cette phase le varroa se trouve sur les abeilles adultes ce qui lui permet de se disperser au sein de la colonie (Fig. 14). En effet, l'abeille présente un hôte intermédiaire et un moyen de transport pour l'acarien. Durant cette phase, la femelle du varroa ingère l'hémolymphe des abeilles adultes mais, pour stimuler la ponte des œufs, elle doit consommer de l'hémolymphe larvaire, alors elles pénètrent dans les cellules du couvain pour se reproduire (ROSENKRANZ et *al.*, 2010).



Figure 14 : la phase phorétique chez *v.destructor* (ROSENKRANZ et *al.*, 2010).

1.4.2 Phase de reproduction

En présence du couvain, la femelle varroa dite fondatrice quitte l'abeille adulte et pénètre dans une cellule du couvain quelques heures avant l'operculation et s'immerge dans la nourriture larvaire (IFANTIDIS, 1988), préférentiellement le couvain mâle, puisque ce dernier a une période d'incubation plus longue qu'une ouvrière (MONDET et *al.*, 2016). L'acarien se dirige au fond de la cellule et se cache en attendant que la cellule soit operculée et que la larve commence sa nymphose (MORRISON, 2013). Par la suite, la femelle varroa sort de sa cachette et pond un œuf mâle haploïde et 4 à 6 œufs femelles diploïdes, qui vont se nourrir de l'hémolymphe abeille, ce qu'affaiblit celle-ci. Les jeunes varroas femelles s'accouplent avec le male, et elles quittent la cellule lorsque l'abeille émerge, tandis que le mâle reste dans la cellule et meurt. La phase de phorésie correspond à la période comprise entre la sortie du *Varroa* de la cellule et de son entrée dans une autre cellule (MARTIN, 2003) (Fig. 15).



Figure 15 : la phase de reproduction chez *V.destructor* (ROSENKRANZ et *al.*, 2010).

1.5 Durée de vie du varroa

Selon ROBAUX (1986), la durée de vie du parasite *V. destructor* est de 2 à 3 mois en été et de 4 à 6 mois en hiver. En l'absence de l'hôte, la durée de vie des femelles dépend essentiellement des conditions climatiques (températures et le taux d'humidité) : Entre 13°C et 25°C pour une humidité relative de 65 à 70%.

Cependant, il est à noter que les femelles varroa survivraient dans une ruche vide, environ 7 jours. Par contre à l'extérieur de la ruche, à une température de 28°C et une humidité de 85%, elles peuvent survivre sans nourriture durant une période de 9 jours. Mais à 35°C et 50% d'H.R, leur durée de vie est moins de 24 heures. Au-delà de 40°C, elles meurent en quelques heures seulement.

Par ailleurs, les travaux réalisés par (CATALAYUD et VERDU, 1994), montrent que la durée de vie moyenne de l'acarien est de 31 à 90 jours dans les conditions optimales.

1.6 Nutrition du parasite

Seules les femelles adultes sont capables de survivre sur les abeilles adultes. Le mâle et les immatures vivent dans le couvain. Selon FERNANDEZ et COINEAU (2002), l'hémolymphe de l'abeille constitue la base de l'alimentation de l'acarien, il contient des substances que le varroa utilise tels que les protéines. Ces dernières jouent un rôle important dans l'embryogénèse ainsi que dans la locomotion. Tous les stades de varroa se nourrissent exclusivement à partir de l'hémolymphe de leurs hôtes.

Au stade prénymphe de l'abeille, Le varroa perfore la cuticule de l'abeille, généralement au niveau du 5ème segment du corps avec ses puissantes chélicères tandis que les lèvres entourent la blessure, il injecte alors une substance anticoagulante qui détruit les tissus entourant la blessure puis aspire l'hémolymphe qui en sort. Une fois le ventre du varroa est rempli, il se couche sur sa victime et se repose après le repas (GERIC, 1989)(Fig16).

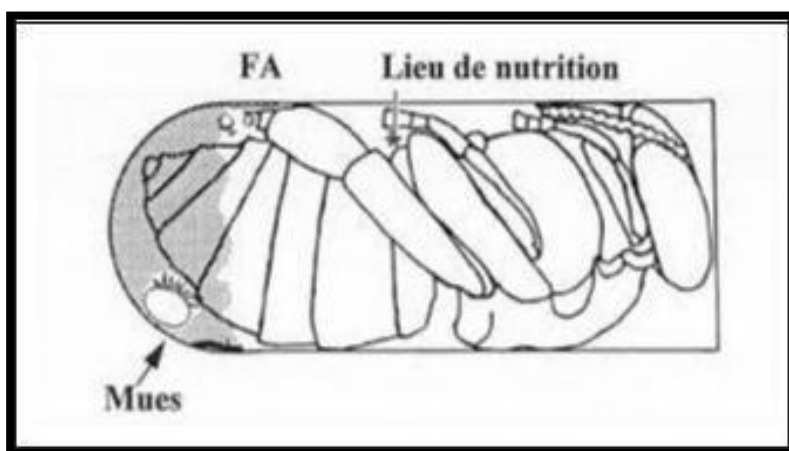


Figure 16 : Représentation des lieux préférés pour la nutrition et les mues de varroa sur nymphe d'ouvrière en vue latérale (DONZE et *al.*, 1998).

2 Etude de la maladie

L'infestation de l'abeille domestique *A.mellifera* par le *V.destructor* engendre une maladie appelé *la varroase*, cette maladie affecte toutes les formes d'abeilles (larves, nymphes et adultes). Elle est contagieuse et cause un affaiblissement progressif puis un effondrement des colonies (HANELY et DUVAL, 1995).

2.1 Pathogénie chez l'adulte

Le parasitisme de *V. destructor* agit sur les abeilles adultes et sur le couvain selon trois actions : spoliatrice, mécanique et vectrice.

➤ Action spoliatrice

Le Varroa se nourrit de l'hémolymphe Les prises répétées d'hémolymphe conduisent à une diminution de volume total de l'abeille mais également il laprive de nombreuses cellules sanguines et de protéines (COLIN, 1989). Ce qui compromet le développement de la nymphe (BOWEN –WALKER et *al.*, 1999).

➤ Action mécanique

La présence du parasite chez l'abeille adulte altère son comportement au détriment de ses tâches habituelles. Les femelles adultes, pour accéder à l'hémolymphe de larves, nymphes et abeilles adultes, doivent percer la cuticule de leur hôte (FAUCON, 2003). Le parasitisme entraine des malformations et une faiblesse de la jeune ouvrière (raccourcissement de l'abdomen, déformation des ailes...). Une forte infestation provoque la mort de nymphes avant l'éclosion et la naissance d'abeilles mutilées (BOECKING et GENERSCH, 2008). Varroa provoque également une baisse de poids d'environ 30% et une diminution de l'espérance de vie (BOWEN –WALKER et GUN, 2001).

➤ Action vectrice

Le rôle de l'acarien dans la transmission de certains virus semble double, d'une part, un rôle vecteur : les piqures de femelle varroa injectent directement des virus dans l'hémolymphe de l'abeille lorsqu'il se nourrit sur elle ; et d'autre part, un rôle d'activateur, c'est à travers la morsure de varroa que d'autre virus s'activent comme : le virus de la paralysie Aigue (AVP), le virus des ailes déformées (DWV) (BOWEN-WALKER et *al.*, 1999), le virus du cachemire (KBV), et le virus du couvain sacciforme (TENTCHEVA et *al.*, 2004).

2.2 Pathogénie de la colonie

Selon WENDLING (2014), quand l'infestation de la colonie d'abeille par le *V. destructor* est faible, aucun symptôme clinique n'est visible. Et lorsque l'infestation est modérée, la croissance de la population d'abeille peut être affectée, ainsi que le niveau de production en miel sera réduit. Cela va entraîner des dommages irréversibles pour la colonie d'abeille. L'expression clinique la plus caractéristique est la présence d'abeilles trainantes au sol, certaines ont les ailes écartées, déformées. Leur corps sera dépourvu de poils ; le couvain est en mosaïque et paraît négligé il y'aura donc une réduction dans le nombre d'abeilles.

2.3 Propagation de la parasitose

Du fait de la fixation des varroas sur les abeilles adultes, la varroaose se propage rapidement. Il y a des facteurs de l'extension de cette parasitose à longue distance (d'une région ou d'un pays à l'autre), et des facteurs de contamination à courte distance (au sein d'une même colonie, d'une colonie à une autre, d'un rucher à l'autre).

➤ Facteurs favorisant l'extension de la maladie à longue distance :

- **L'essaimage** : Certains essaims parfois parcourent des distances importantes et qui peuvent être récoltées par un apiculteur. Ces derniers peuvent amener des varroas là où la maladie n'existe pas.
- **La transhumance** : facteur déterminant l'extension de varroa surtout lorsqu'il s'agit de déplacement de ruchers infestés dans des régions non contaminées ou de ruchers sains dans des zones infestées (GROBOV, 1976 ; SMIRNOV, 1978).
- **Dérive des mâles** : la diffusion de varroa est assurée par la dérive des mâles, le mâle peut parcourir en une journée 10 à 20km, parfois d'avantage et se réfugier dans une quelconque colonie où il sera toujours accepté.
- **Commerce des essaims** : un des principaux facteurs de diffusion de la parasitose réside dans le commerce national du matériel biologique (essaims, des ruches ou des reines provenant d'une zone contaminée).
- **Le transport de hausses** : après les miellées, les apicultures transportent leurs hausses pleines jusqu'au point d'extraction. Ces hausses transportées contiennent parfois du couvain operculé ainsi de quelques abeilles pouvant naître et qui sont porteuses de varroa et vectrices d'une nouvelle infection.

➤ **Facteurs favorisant l'extension de la maladie à courte distance :**

- La dérive des butineuses : la dispersion de varroa peut se faire par le butinage, le varroa peut rester sur une fleur butinée par une abeille parasitée et passer sur une autre butineuse provenant d'une ruche saine y-introduisant ainsi la parasitose.
- Le transport du parasite par d'autres insectes, les guêpes en particulier (GERIC, 1987) cité par FAUCON et FLECHE SEBAN, 1988).
- Des opérations de l'apiculteur en pratiquant des échanges de cadres, des regroupements des colonnes, le nettoyage des hausses.
- L'introduction d'une reine parasitée.
- La transmission du parasite d'une abeille infestée à une autre abeille saine par l'intermédiaire des fleurs visitées.

2.4 Dépistage et l'évaluation du taux de parasitisme de *V. destructor*

L'augmentation de la population de Varroa suit celle de la colonie d'abeilles, la situation devient critique en fin d'été quand le couvain diminue alors que le rythme de reproduction de Varroa continue. L'infestation est à son minimum en hiver, elle augmente au cours de la saison apicole où les cellules du couvain mâle sont beaucoup plus infestées que celles du couvain des ouvrières et elle atteint son paroxysme en automne (BOOT, 1995 ; CALDERONE, 2001). Le Tableau 04 présente l'importance de l'infestation de Varroa.

Tableau04 : L'importance de l'infestation de Varroa de la colonie d'abeille (ROBEAUX, 1986).

% d'infestation calculé	Evaluation de la situation
5% ou moins	Infestation peu sévère, on ne voit pas les Varroas facilement
5 à 10%	L'Infestation sévère Hivernage difficile et risqué sans traitement
10 à 20%	Les symptômes sont évidents. Si le diagnostic est fait au printemps la colonie ne passera pas l'hiver
Plus de 20%	Il ne reste que quelques semaines de vie à la colonie
Plus de 30%	La colonie est une perte totale

C'est par le dépistage qu'il est possible de contrôler l'arrivée puis de suivre la progression de *la varroase* dans un cheptel apicole. Par ailleurs, il est important de connaître le taux de parasitisme dans une colonie avant ou après un traitement. C'est donc une intervention essentielle dans la gestion de ce parasite en apiculture. Plusieurs méthodes sont disponibles et elles ont chacune leur niveau de sensibilité, leurs avantages et leurs inconvénients (DEVLIN, 2001). Parmi ses méthodes :

➤ **Inspection visuelle**

Cette méthode permet un dépistage sommaire de la présence du varroa dans une colonie ou un rucher. À la suite de l'ouverture de la colonie, il faut observer attentivement les abeilles sur les cadres du couvain. Les varroas peuvent être vus cachés entre les segments abdominaux des abeilles laissant seulement une petite portion de leur corps exposé. Quelquefois, on peut les observer se déplacer sur les abeilles et sur les cadres. C'est une méthode sans précision mais rapide.

➤ **Inspection du couvain**

Cette méthode offre une estimation peu précise du niveau d'infestation des varroas dans une colonie. Les varroas ayant une préférence pour le couvain de mâle, il est donc possible de détecter la présence des varroas dans celui-ci (RITTER et RUTTNER, 1981 ; SCHULZ, 1984 ; FUCHS, 1985). On peut utiliser un peigne à désoperculations pour extraire environ 100 pupes de mâles operculées et de les examiner pour la présence de varroas.

➤ **Examen des abeilles**

Cette méthode nous permet d'évaluer le taux d'infestation des abeilles adultes. Elle consiste à prélever un échantillon d'abeilles (environ 200 abeilles), les placer dans un bocal contenant de l'alcool à 70° à 80° ou bien de l'eau additionné de détergent. Après avoir bien agité le mélange, les varroas tombés sont ainsi comptabilisés. Leur pourcentage par rapport aux abeilles prélevées nous renseigne sur le degré d'infestation de la colonie (DE JONG et al., 1982).

➤ **Chute naturelle sur carton autocollant**

La pose sur un carton collant graissés recouverts d'une grille sur les planchers de la ruche pour quelques jours, leur lecture et leur remplacement permet d'estimer la mortalité journalière de l'acarien. L'avantage de cette méthode est le fait qu'on puisse récolter les varroas morts à n'importe quelle période de l'année (ROBEAU, 1986 ; CHAPLEAU, 2006). Cette méthode est parmi toutes les méthodes d'estimation de la population de *V.destructor*,

la moins fastidieuse et contrairement aux méthodes impliquant le décompte de Varroa sur les abeilles adultes et dans le couvain, elle n'est pas destructive.

2.5 Méthodes de lutte contre le varroa

Les méthodes de lutttes utilisées actuellement contre le varroa peuvent être réparties en trois grandes catégories, les deux premières étant les plus largement employées : les méthodes chimiques à base d'acaricides de synthèse, les méthodes biologiques à base d'acides organiques ou d'huiles essentielles et les méthodes mécaniques ou populationnelles. (MOND et *al.*, 2016).

➤ Méthodes chimiques

La lutte chimique regroupant plusieurs molécules à propriétés acaricides, qui sont efficaces. Toutefois leur utilisation à long terme, présente des dangers, tels que la présence de résidus dans le miel et surtout l'apparition de souches d'acariens résistants aux molécules actives (TROUILLER, 1993 ; NOUFEL, 2015).

➤ Méthodes biologiques

Consiste à l'utilisation de certains acides organiques, les huiles essentielles et les champignons.

2.5.1.1 Les acides organiques

2.5.1.1.1 Acide formique

L'acide formique est un acide organique que l'on retrouve à l'état naturel dans plusieurs plantes. Son usage pour combattre le varroa requiert cependant une concentration plus forte et agit à l'état gazeux. Lorsque l'aire est saturée d'acide formique, celui-ci se condense sur les alvéoles qui y sont perméables (HANELY et DUVAL, 1995)

2.5.1.1.2 Acide oxalique

Trois modes d'utilisation de cet acide sont à préconiser : dégouttement, pulvérisation et évaporation (CHARRIERE et IMDORF, 2003). Des essais avec cet acide ont été publiés par CHARRIERE et IMDORF (2003), ou ils ont démontré que la méthode de dégouttement est très efficace, simple et rapide. Ils ont estimé qu'un traitement à l'acide oxalique appliqué par pulvérisation dans des colonies sans couvain peut attendre 95% d'efficacité.

2.5.1.2 Aromathérapie (les huiles essentielles)

Selon KOTWAL et *al.* (2013), les huiles essentielles sont des sous-produits du métabolisme secondaire de certaines plantes. Les plantes ont développé l'utilisation potentielle de ces huiles pour se défendre. Elles présentent une efficacité variable selon les molécules, leur association et les dosages utilisés. Néanmoins leur utilisation en combinaison avec plusieurs huiles essentielles et d'autres principes actifs pourrait fournir des solutions dans la gestion de la lutte contre *V. destructor* et ses souches résistantes.

2.5.1.3 Utilisation des champignons et bactéries

Les champignons *Beauveria bassiana* et *Metharhiziumanisoplia* sont fait également objet de recherche pour évaluer leur efficacité dans la lutte contre cette parasitose (RODRIGUEZ et *al.*, 2009). Et des bactéries appartenant aux familles des Bacillaceae et des Micrococcaceae ont montré *in vitro* une pathogénicité vis-à-vis de *V. destructor* (TSAGOU et *al.*, 2004). Des recherches complémentaires sont à envisager pour vérifier la possibilité de lutte biologique à partir de ces bactéries.

➤ Lutte biotechnique

Sont les mesures de soutien du concept de lutttes et peuvent sensiblement ralentir la croissance de la population de varroa. De plus, les méthodes biotechniques s'avèrent être plus ou moins intéressantes selon les différentes opérations apicoles (SIMONEAU, 2004).

2.5.2 Blocage de ponte de la reine

En partant du fait que varroa ne peut se reproduire que dans les cellules de couvain, l'arrêt de la ponte de la reine perturbe et interrompt la multiplication et le métabolisme des femelles varroas. Pour ce faire, il est conseillé de limiter la ponte de la reine sur un cadre, en 3 à 4 fois sur une période de 4 semaines et de réduire ce couvain. (FAUCON et FLECHE-SEBAN, 1988). A ce moment-là, les varroas présents dans la ruche parasiteront cet unique cadre contenant du couvain. Une fois que ce dernier soit complètement operculé, on le retire pour le détruire et éliminer le maximum de varroas.

2.5.3 Piégeage des parasites dans du couvain de mâles

Comme les varroas préfèrent pondre dans les cellules du faux bourdon, il est possible de les piéger en fournissant un cadre avec de telles cellules. Lorsque ces dernières seront operculées, le cadre sera retiré et la cire fondue ou brûlée (HANELY et DUVAL, 1995) pour la méthode, elle consiste à introduire dans la ruche un cadre de construction (ou cadre piège) qui offre aux abeilles la possibilité de construire des cellules de mâle : la reine

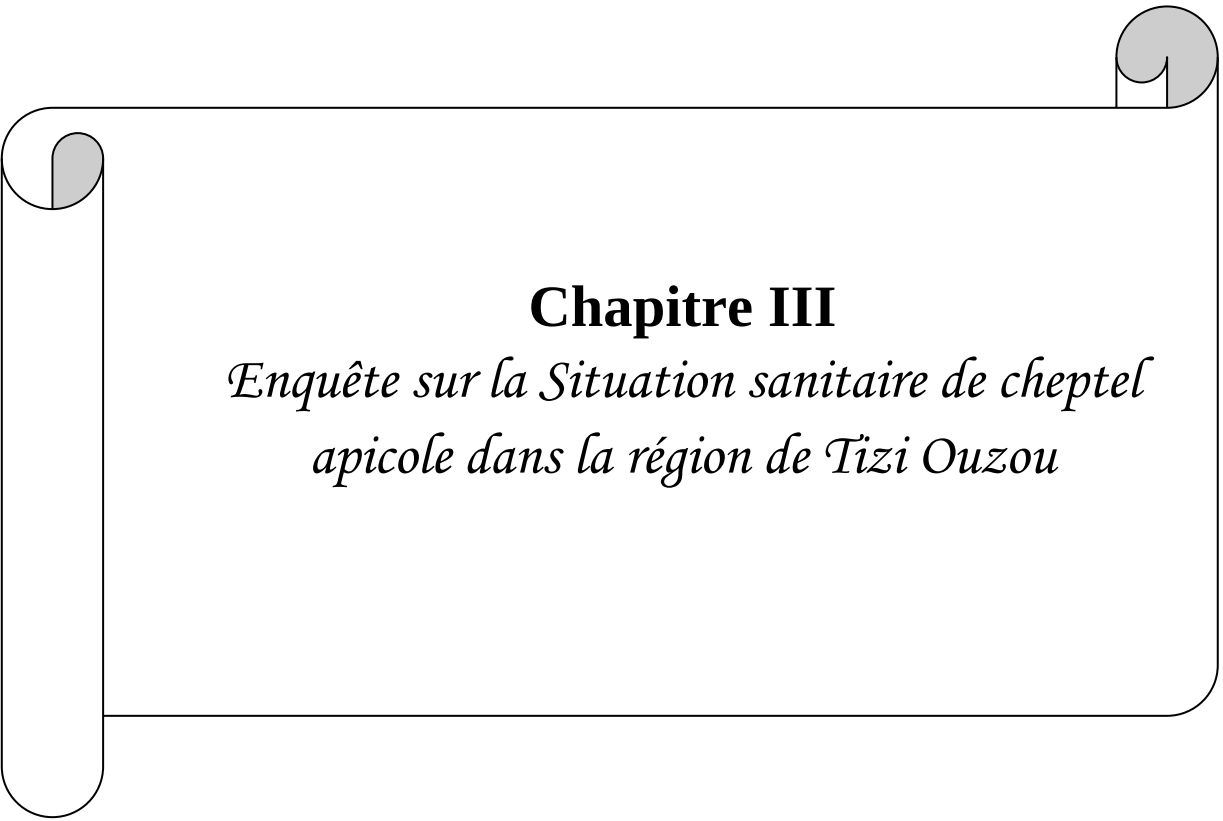
est obligée à pondre sur ce cadre où se concentrent pratiquement tous les varroas, ensuite, ce cadre piège est éliminé. On peut remplacer le cadre de construction par des cadres de cire gaufrée de mâles, le couvain de ces cadres ayant attiré un grand nombre de varroa et il a été rapporté que près de 54% des parasites d'une colonie pourraient être supprimés.

2.5.4 Formation de nucléi

Une autre mesure biologique complémentaire efficace qui enlève une quantité élevée de varroa dans la colonie mère. Il s'agit de diviser la colonie en deux nucléi, une colonie mère et une colonie fille, de cela la quantité de varroa donc n'est pas modifiée mais elle est répartie entre deux colonies et le taux d'infestation des abeilles est aussi réduit (SIMONEAU, 2004).

2.5.5 Plateaux grillagés

C'est une méthode économique, facile. Il s'agit de la première mesure biotechnique permettant de réduire la progression de la population de varroa. Il permet d'éliminer un certain pourcentage de varroas qui tombent des abeilles et il facilite grandement le dépistage dans un programme de lutte intégrée. En effet il n'existe pas de modèle parfait chacun ayant ses avantages et ses inconvénients. Le principe étant de laisser un espace entre le grillage et le fond du plateau, pour les rendre incapable de regagner la colonie par leurs propres moyens, les acariens restent alors prisonniers au fond de ces plateaux (CHAPLEAU, 2003).

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both featuring rounded ends and a light gray shaded area on the right side.

Chapitre III

*Enquête sur la Situation sanitaire de cheptel
apicole dans la région de Tizi Ouzou*

1 Objectif de l'enquête

L'enquête a été menée afin de rassembler des informations à propos de la conduite des ruchers ainsi que l'état sanitaire du cheptel apicole au niveau de différents rucher de la wilaya de Tizi-Ouzou. Cette enquête a également pour objectif de déterminer la performance des ruches et les problèmes rencontrés par les apiculteurs qui pourraient empêcher le bon développement de leur activité.

2 Méthodologie de travail

2.1 Elaboration du questionnaire

La méthode utilisée est celle de l'enquête qui s'appuie sur la réalisation d'un questionnaire (Annexe 01). Ce questionnaire est établi d'une manière facile et compréhensive par les apiculteurs afin de nous permettre de collecter un maximum d'informations sur l'apiculture dans la région d'étude. De ce fait, il est planifié en rubriques à savoir :

- Identification de l'exploitant.
- Identification de l'exploitation.
- Conduite générale du rucher.
- Situation sanitaire des colonies d'abeilles.

2.2 Echantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé d'une manière aléatoire selon l'acceptation de l'apiculteur. Nous avons ciblé une centaine d'apiculteurs mais à cause de la situation sanitaire due au Corona virus, nous n'avons pas pu les contacter. De ce fait, l'échantillonnage n'a concerné que 60 ruchers répartis sur 18 régions sur différentes communes de la wilaya de Tizi-Ouzou.

2.3 Tri des échantillons (questionnaires)

Sur les 60 questionnaires envoyés aux apiculteurs, 49 ont été retournés soit un taux de réponse de 81.6% mais uniquement 44 questionnaires ont pu être exploités (Tab.05).

Tableau05 : Pourcentage des apicultures enquêtées par communes.

Communes	Nombre d'apiculteurs par communes	Pourcentage
AGHRIBS	3	6.8%
AIN EL HAMMAM	2	4.5%
AZAZGA	1	2.2%
AZEFFOUN	1	2.2%

BENI ZIKI	1	2.2%
BENI ZMENZAR	1	2.2%
BOUZEGUENE	20	45.5%
DBK	1	2.2%
FREHA	2	4.5%
ILLOULA	1	2.2%
IDJEUR	3	6.8%
LNI	2	4.5%
MAATKAS	1	2.2%
TIMASILT	1	2.2%
TIZI GHENIF	1	2.2%
THIMIZAR	1	2.2%
THALA AMARA	1	2.2%
ZEKRI	1	2.2%

2.4 Saisie et traitement des données

L'analyse des données s'est réalisée, par une création de base de données sur Microsoft Excel version 2007.

3 Résultats

3.1 Caractéristiques (identification) des exploitants

3.1.1 Sexe des exploitants

La répartition des apiculteurs selon le sexe est rapportée sur la Fig.17.

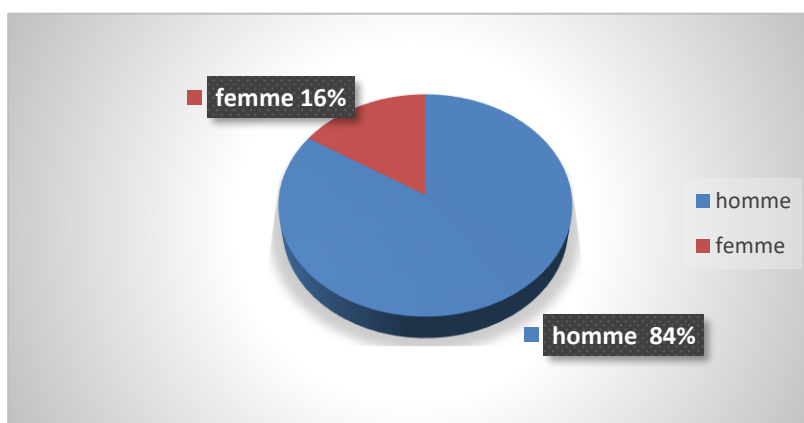


Figure 17 : Répartition des apiculteurs selon le sexe.

La majorité des apiculteurs interrogés sont de sexe masculin soit 84%, alors que les femmes ne présentent que 16%. Cela montre que la filière apicole reste toujours le métier des hommes car non seulement cette activité est pénible mais aussi les ruches sont installées loin des habitations.

3.1.2 Age des apiculteurs

Les tranches d'âge des apiculteurs enquêtés sont représentées dans la Fig18.

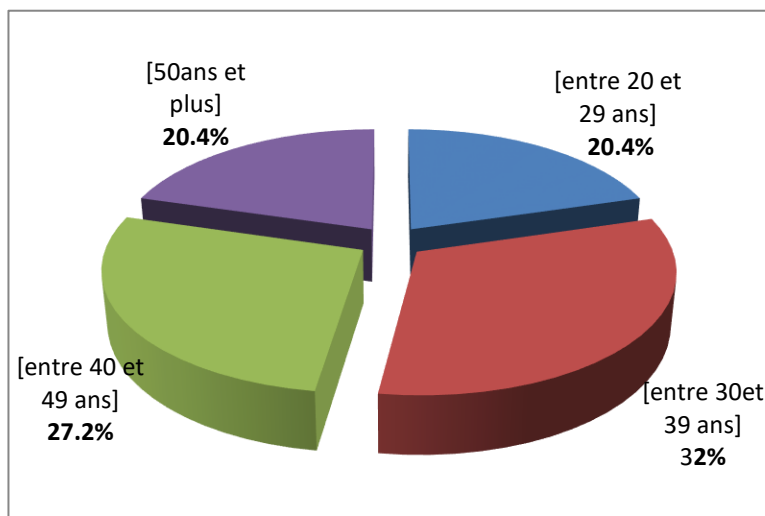


Figure 18 : Tranches d'âge des apiculteurs enquêtés.

En ce qui concerne la tranche d'âge des apiculteurs, on observe que 47,6% d'entre eux ont entre 40 ans et plus de 50 ans, tandis que le reste (52,4%) ont entre 20 ans et 39 ans. Cela peut s'expliquer par le fait que beaucoup d'eux ont bénéficié des ruches peuplées dans le cadre de programme de l'état pour développer la filière apicole.

3.1.3 Place de l'activité apicole dans la région de Tizi Ouzou

Les apiculteurs ont été également interrogés sur la place de l'activité apicole dans leur vie professionnelle. Les résultats obtenus sont représentés dans la Fig.19.

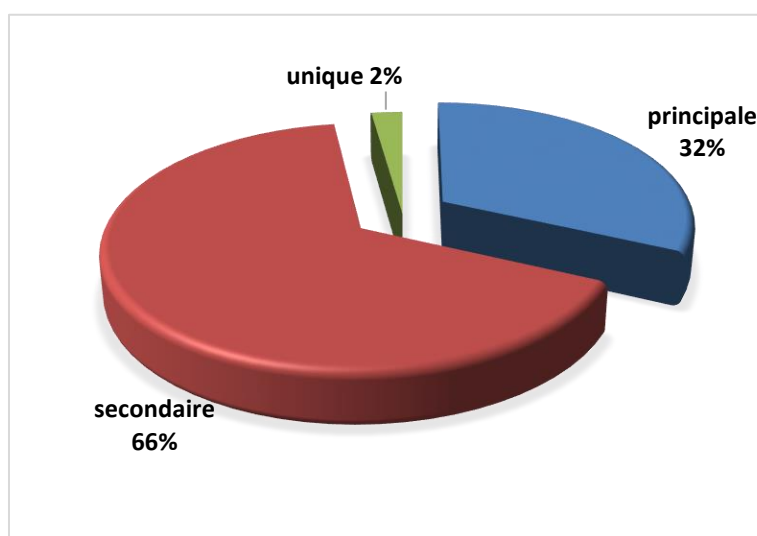


Figure 19 : Place de l'activité apicole dans la région de Tizi Ouzou

Pour 14 exploitants soit un taux de 32%, la pratique de l'apiculture est leur activité principale. Par ailleurs, ces résultats confirment que cette activité reste secondaire (66%), et exercée par un grand nombre de ses auteurs.

3.1.4 Choix de l'activité

Les résultats obtenus sur le choix de cette activité par les apiculteurs enquêtés sont présentés dans la Fig.20.

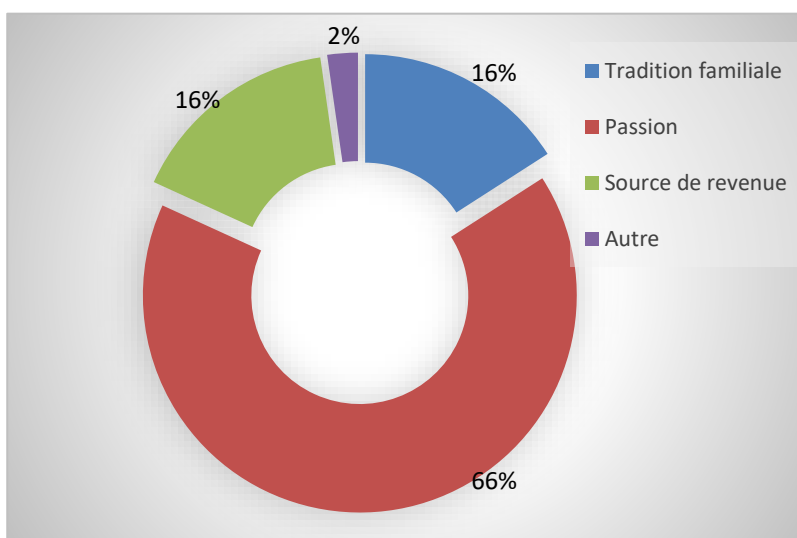


Figure 20 : Choix de l'activité apicole

Ce qui concerne les raisons des apiculteurs pour cette activité sont différentes, certaines la pratiquent par tradition familiale (16%), d'autres par passion (66%) ou bien c'est leur source de revenu (16%).

3.1.5 Niveau d'instruction

Le niveau d'instruction des apiculteurs interrogés est rapporté dans la figure ci-dessous :

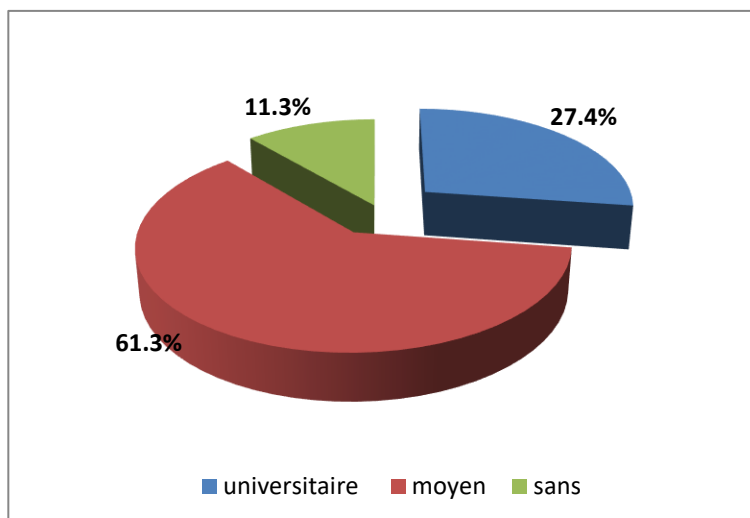


Figure 21 : Niveaux d'instruction des apiculteurs enquêtés

Selon cette étude, plus de la moitié des apiculteurs questionnés ont un niveau moyen (61.3%) et (27.4%) d'entre eux ont un niveau universitaire, alors qu'à peine (11.3%) sont sans niveau (Fig. 21). Le nombre d'apiculteurs ayant un niveau universitaire est très accessible, ce qui représente un bénéfice pour le perfectionnement de cette activité.

3.1.6 Ancienneté de la profession

L'ancienneté de l'activité chez les apiculteurs interrogés est rapportée dans la figure ci-dessous :

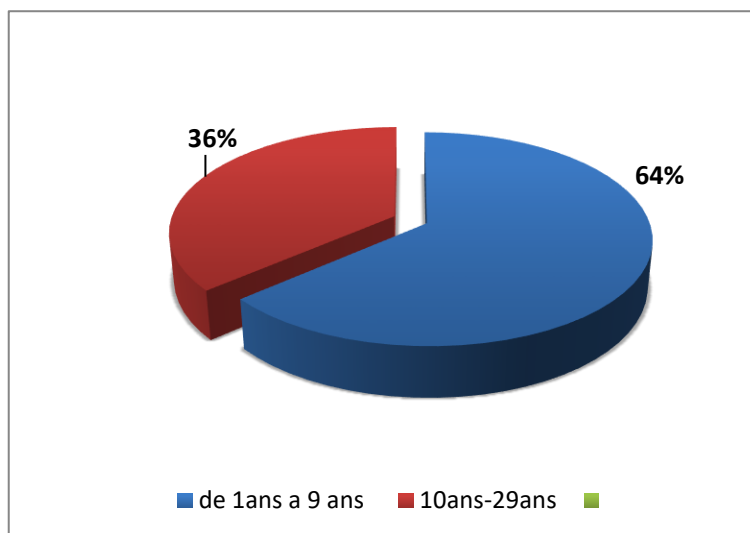


Figure 22 : Ancienneté de l'activité chez les apiculteurs enquêtés.

Nous constatons que 64% des apiculteurs exercent cette activité depuis moins de 10 ans .et 36% la pratiquent il Ya plus de 10 ans.

3.2 Identification de l'exploitation

3.2.1 Taille des exploitations

La Fig.23 présente la répartition du nombre de ruches par apiculteurs dans la wilaya de Tizi Ouzou.

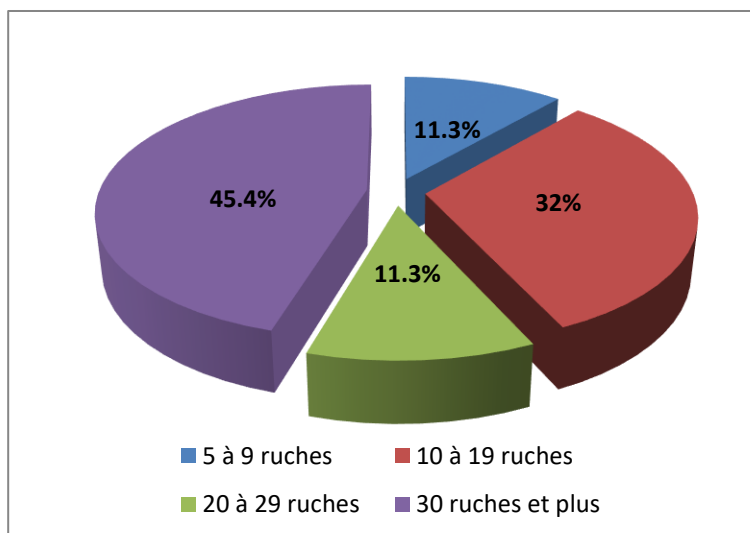


Figure23 : Variation du nombre de ruches par apiculteur.

A la lecture des résultats, nous constatons que près de la moitié des apiculteurs questionnés ont plus de 30 ruches (45.4%), passablement 32% d'entre eux ont entre 10 et 19 ruches. Seuls 11.3% possèdent de 20 à 29 ruches et de 5 à 9 ruches. Le nombre total de colonies est de 1912 ruches sur 44 apiculteurs questionnés.

3.2.2 Lieu d'exploitation

Grace à notre déplacement aux différents ruchers objet de l'enquête, nous avons obtenus les résultats qui sont présentés dans la Fig.24 concernant le lieu d'exploitation.

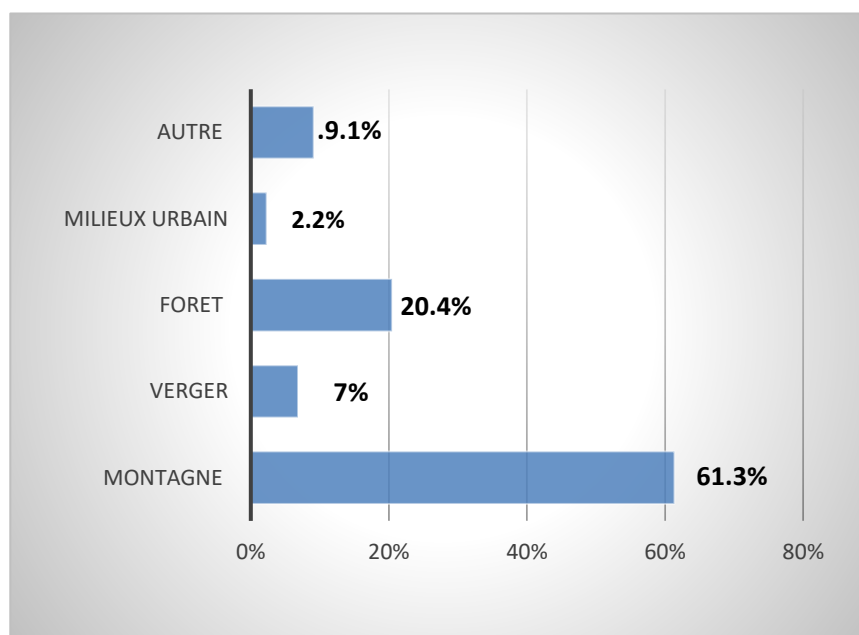


Figure24 : Lieux d'exploitations des apiculteurs

Nous constatons que la majorité des apiculteurs ont installés leurs ruchers dans les montagnes avec un pourcentage de 61,3% et 20,4% d'entre eux dans les forêts. En égard à certaines apicultures dans les massifs montagneux, la nature étant largement plus préservée que celle de basse altitude. Les abeilles bénéficient de ce qu'il y a de plus pur pour produire un miel de qualité.

3.2.3 Principales plantes mellifères présentes autour des ruchers

A partir de notre enquête, nous avons constaté que la quasi-totalité des ruchers sont entourés d'arbres et de flores spontanées et cultivées variables (Tab.06).

Tableau 06 : Les Principales plantes mellifères.

Types de plantes	Nombre d'apiculteurs qui l'ont sélectionnée
Sainfoin	03
Romarins	09
La carotte sauvage	10
Eucalyptus	26
Agrumes	20
Bourrache	06
Olivier	32
Figuier	26
Pissenlit	03
Chêne	18
Laurier	06
Trèfle	28
Inule visqueuse	09
Lavande lapillon	19
Lentisque	15
Sauge	05
Thym	22
Pavot	03
Ronce	40

Armoise	28
Chardon marie	05
Chaine vert	09

3.2.4 Types de ruches utilisées dans les régions d'études

Les types de ruches utilisées dans les régions d'étude sont représentés dans le graphe ci-dessus.

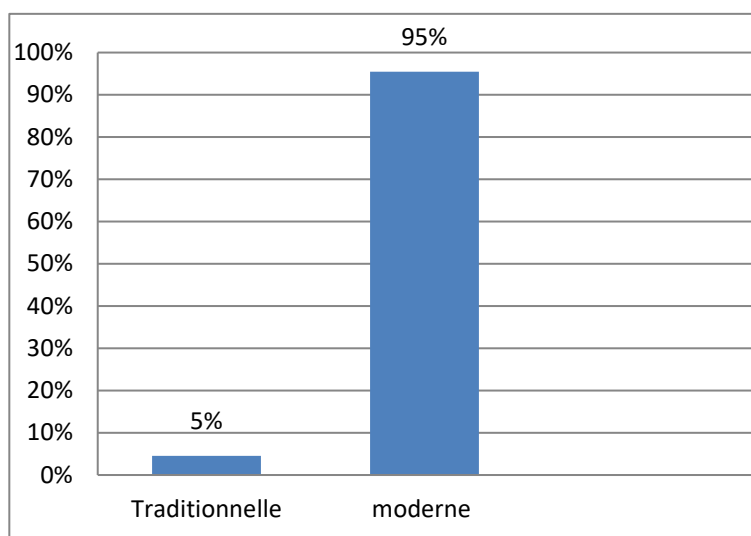


Figure 25 : types de ruches utilisées par les apiculteurs

Nous constatons que les ruches modernes sont mieux répondues avec un taux de 95%, soit 32 apiculteurs utilisent les ruches de types langstroth, alors que 10 apiculteurs utilisent les ruches de types Dadant et 2 seulement utilisent les ruches traditionnelles.

3.3 Conduite générale du rucher

3.3.1 Nourrissement stimulant

Ce type de nourrissement est un sirop léger préparé à base de 1l d'eau mélangé à 1kg de sucre. Il est distribué au début de printemps afin de stimuler la reine à pondre et les abeilles à travailler. Selon les résultats rapportés en tableau 07, la majorité des exploitants pratiquent ce nourrissement, soit 93% contre 7% qui ne le pratiquent pas.

Tableau07 : Utilisation de Nourrissement stimulant

Oui	Non
93%	7%

Concernant la période de distribution, nous remarquons que 41.4% d'apiculteurs le donnent ce nourrissage au printemps et en hivers, et 17.2% le distribuent en automne (Fig26). Le dosage varie selon les apiculteurs, de 500mg à 1,5L. En effet, D'après les eux, la dose varie en fonction de la quantité et du nombre d'abeilles dans la ruche (ruche forte/ruche faible).

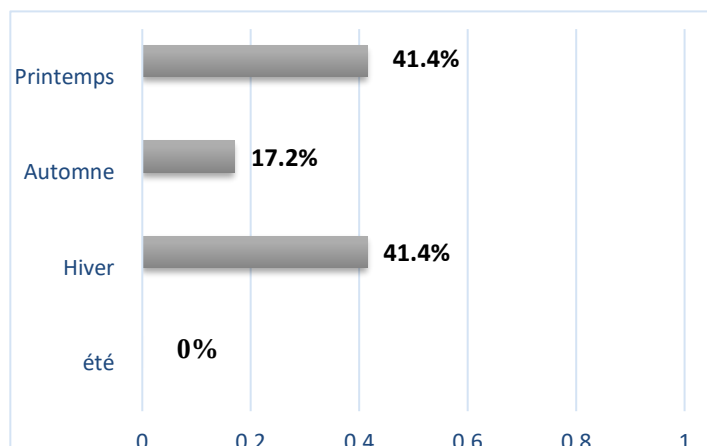


Figure 26 : Périodes d'application des stimulants.

3.3.2 Nourrissement massif

Le nourrissage massif est un sirop plus concentré que le stimulant (1,5kg de sucre pour 1l d'eau), il est distribué aux abeilles vers la fin de l'automne pour les préparer à hiverner.

Selon les résultats de notre enquête, 82 % des apiculteurs pratiquent le nourrissage massif, divisés entre ceux qui emploient le candi seul ou le sirop seul, et ceux qui emploient candi + sirop en même temps (Fig.27). 18 % des apiculteurs ne donnent pas ce type de nourrissage à leurs abeilles.

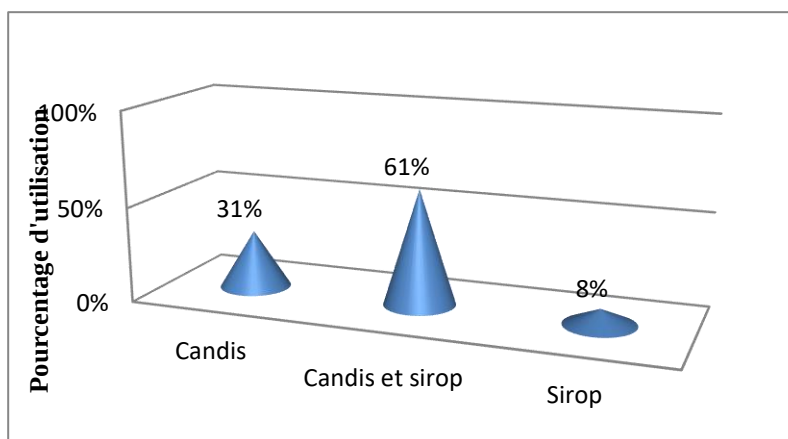


Figure 27 : types de nourrissage massif utilisé

3.3.3 Renouvellement de cadres

La technique de renouvellement des cadres est pratiquée par 93% d'apiculteurs interrogés, contre 7% qui ne la pratiquent pas (Fig. 28).

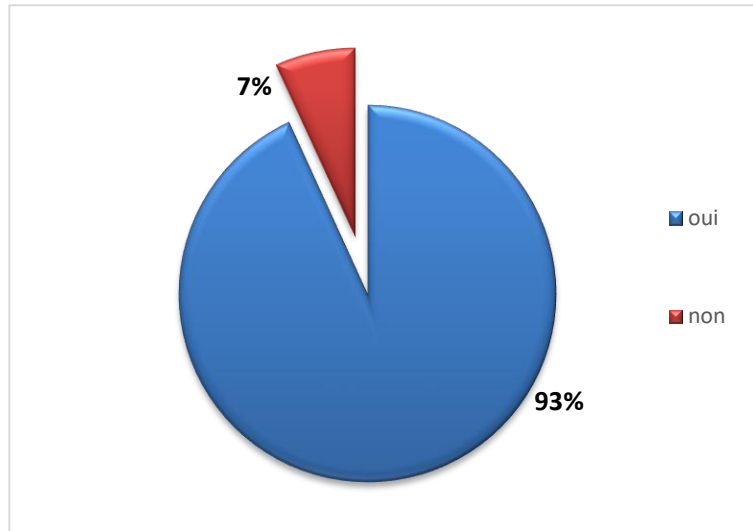


Figure 28 :Renouvellement des cadres par les apiculteurs

Concernant la période de renouvellement des cadres, nous remarquons que 85.4% d'apiculteurs renouvellent les cadres de ruches en printemps, tandis que 7.3% d'entre eux le font pendant automne ou l'été (Fig.29).

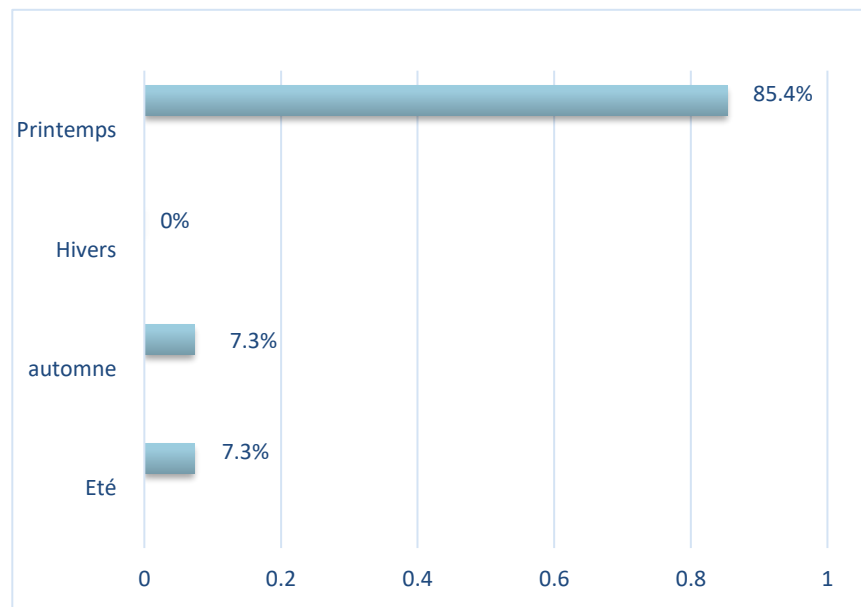


Figure 29 :Période de renouvellement des cadres par las apiculteurs.

3.3.4 Renouvellement des reines

Sur l'ensemble des apiculteurs près de 50% renouvellent leurs reines après plus de deux ans d'élevage, contre 16% qui pratiquent cette technique chaque année et d'autres apiculteurs renouvellent chaque deux an (34%) (Fig. 30).

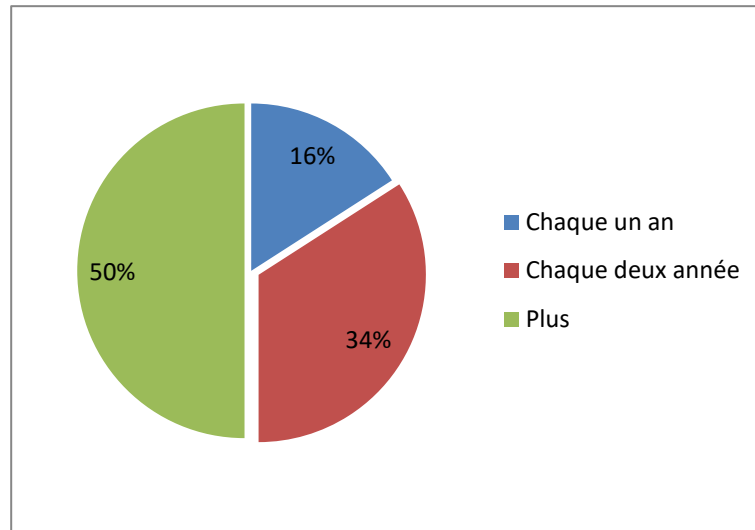


Figure 30 : Période de renouvellement des reines par les apiculteurs

Ces reines est soit issues de leur propre élevage (86%), soit achetées ailleurs (14%). Comme s'est représenté dans le graphe ci-dessus.

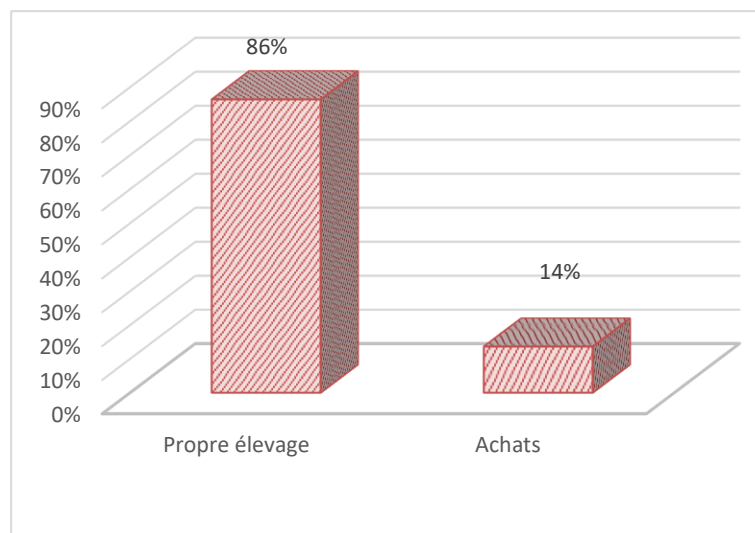


Figure31 : Origines des nouvelles reines

3.3.5 La productivité des ruches

Les différents produits des ruches des apiculteurs interrogés sont représentés dans la figure ci-dessus.

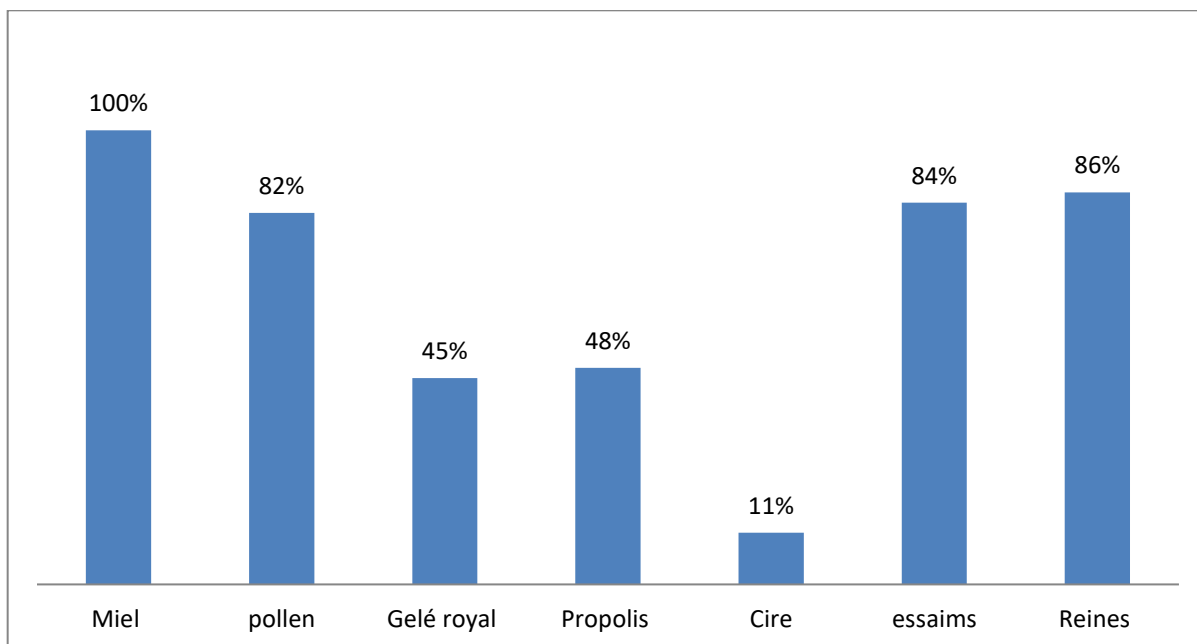


Figure 32 : Les produits de ruches.

L'enquête a montré que le taux de productivité est très diversifié, chaque apiculteur diffère d'un autre dans sa productivité, cela est dû à différents facteurs.

D'après cette figure, nous constatons que les apiculteurs se concentrent en premier sur la production du miel qui est produit à 100%, suivi de la production de reines, d'essaims et de pollen avec respectivement 86%, 84% et 82%. Alors que la production de la gelée royale et la propolis est faible.

3.3.6 Evolution des colonies

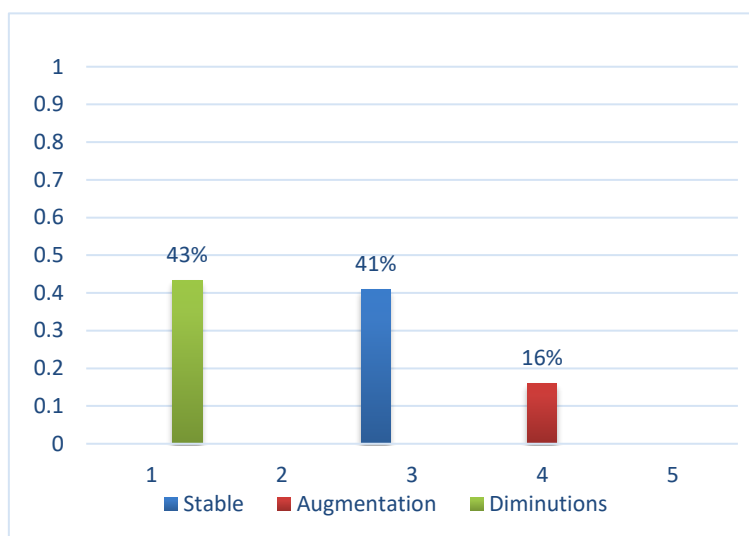


Figure 33 : Etat d'évolution des colonies d'abeilles.

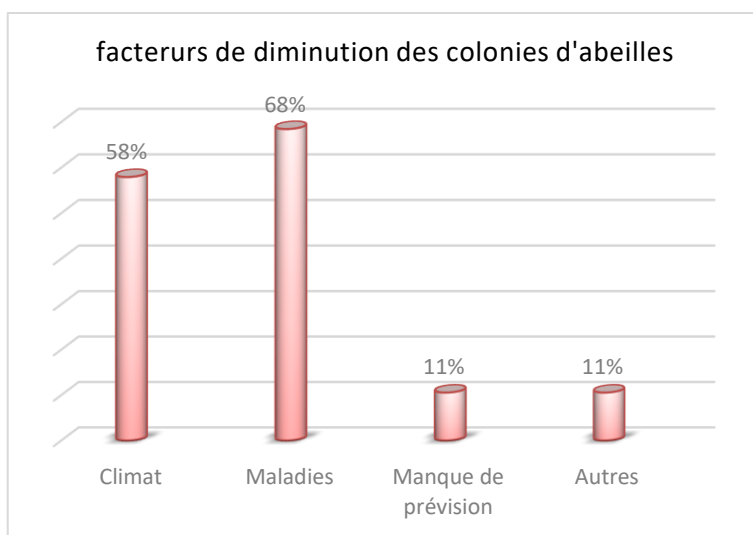


Figure 34 : facteurs de diminution des colonies d'abeilles.

L'évolution des colonies est représentée dans la (Fig33) et (Fig34). 43% des apiculteurs ont déclarés que leurs colonies sont en état d'affaiblissement ou de diminution, cela est dû à différents facteurs dont le plus important est le facteur maladie (68%). 16% des apiculteurs ont déclarés qu'elles sont en état d'augmentation, et 41% d'apiculteurs avancent que leurs colonies sont en état stable.

3.3.7 Mortalité de colonies d'abeilles dues aux pesticides

Dans les résultats de l'étude l'une des causes de pertes de colonies qui revient le plus fréquemment est l'action des pesticides. 25% d'apiculteurs déclarent qu'ils sont victimes des traitements effectués par les agriculteurs (Fig35).

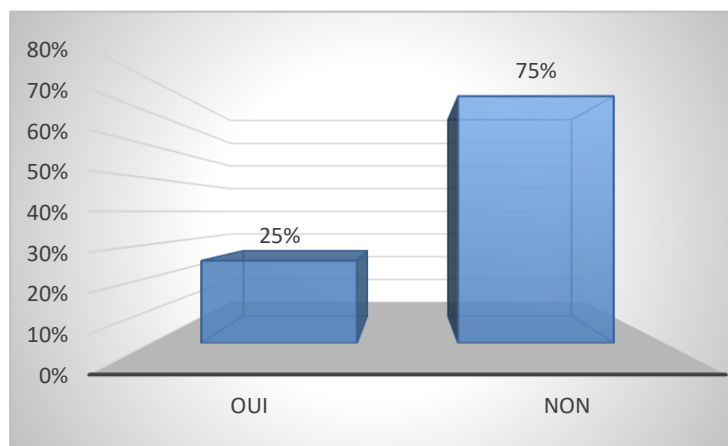


Figure 35 : Utilisation des produits chimique pour les cultures.

Les pesticides peuvent entrainer des effets négatifs sur la physiologie de l'abeille comme des altérations morphologiques aux stades immatures (ATKINS ET KELLUM, 1986 ; DA SILVA-CRUZ et *al.*, 2010 ; GREGORC et ELLIS, 2011), malformations des ailes, diminution de la croissance et des troubles de butinage (THOMPPSON et *al.*, 2005 ; YANG et *al.*, 2008 ; ALIOUANE et *al.*, 2009). D'après FRIEDLER (1987) les pesticides provoquent une réduction du couvain, une diminution de la consommation de la nourriture, et donc un affaiblissement des colonies d'abeilles et leurs pertes anormales (Fig36).

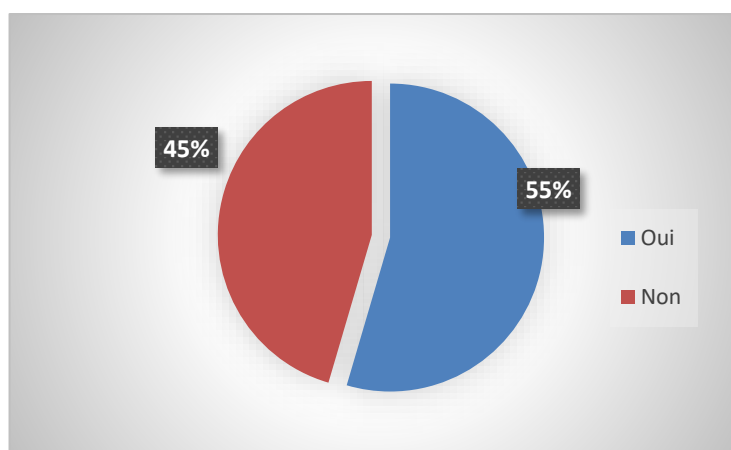


Figure 36 : Perte anormale de colonies d'abeilles duà l'utilisation de pesticide.

3.3.8 Les maladies et ennemis rencontrés dans les ruchers

La varroase est l'une des principales pathologies qui affecte les élevages, elle est largement répandue dans toutes les régions où nous avons effectué l'étude. Elle est présente dans 100% des ruchers des exploitants enquêtés. Suivi par la nosémose (61%), la fausse teigne (48%), le couvain plâtré (11%) et la loque américaine (9%). Tandis que la loque européenne n'a pas été signalée. D'autres problèmes (7%) ont été aussi évoqués, comme la disparition subite des reines.

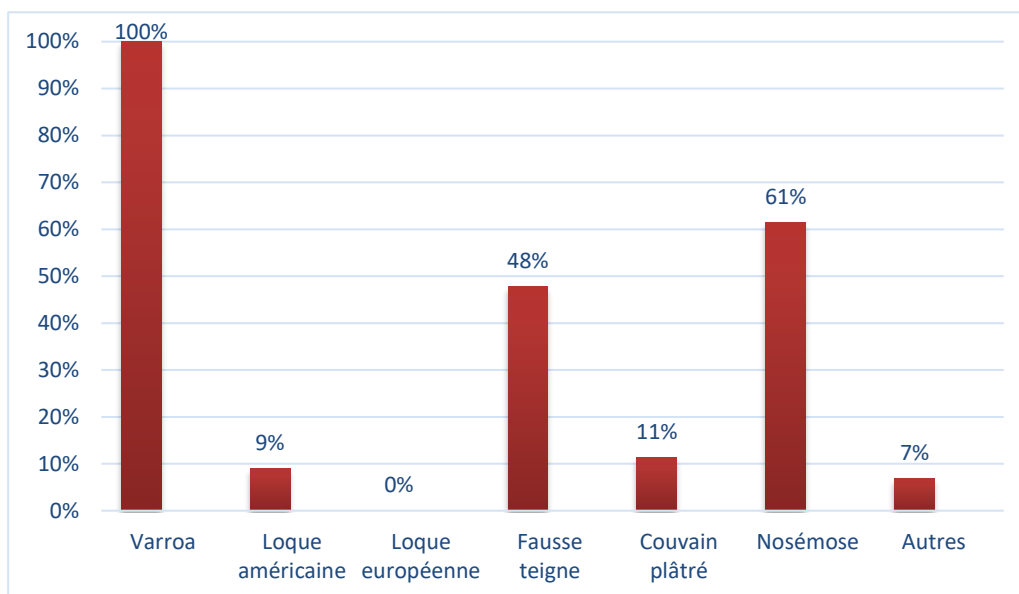


Figure 37 : Maladies (ou ennemis) fréquents dans les colonies.

3.3.9 Causes de contamination des ruches par le varroa

Selon les apiculteurs questionnés, parmi les causes de contamination des ruches par le parasite varroa sont :

- Super contagiosité du parasite.
- Les mâles qui rentrent dans les ruches contaminées, puis retournent à leurs ruches d'origine.
- Résistance aux produits chimiques.
- La non coordination dans les traitements utilisés par les apiculteurs contre le varroa.
- Manque de traitement.

3.3.10 La lutte contre le varroa

L'agent principal concernant les mortalités observées est *Varroa destructor*. Cet acarien a causé beaucoup de dégâts au niveau des ruches du pays, malgré les traitements effectués par les apiculteurs (ADJLANE et DOUMANDJI, 2011).

La plupart des apiculteurs soit 89% traitent contre le varroa chaque année, seulement 11% qui traitent irrégulièrement (Fig.38).

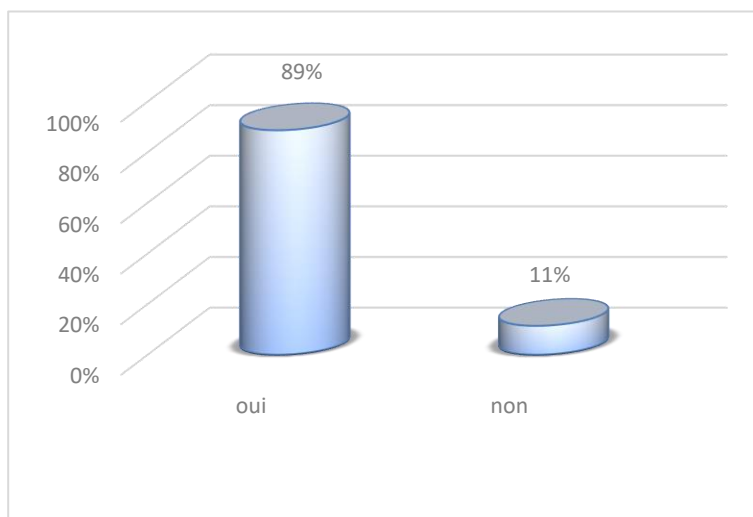


Figure 38 : Application de traitement contre Varroa.

Pour la détermination du taux d'infestations des colonies par le varroa les apiculteurs utilisent des techniques de piégeage telles que les plateaux grillagés, ou bien par constat visuel (Fig.39).

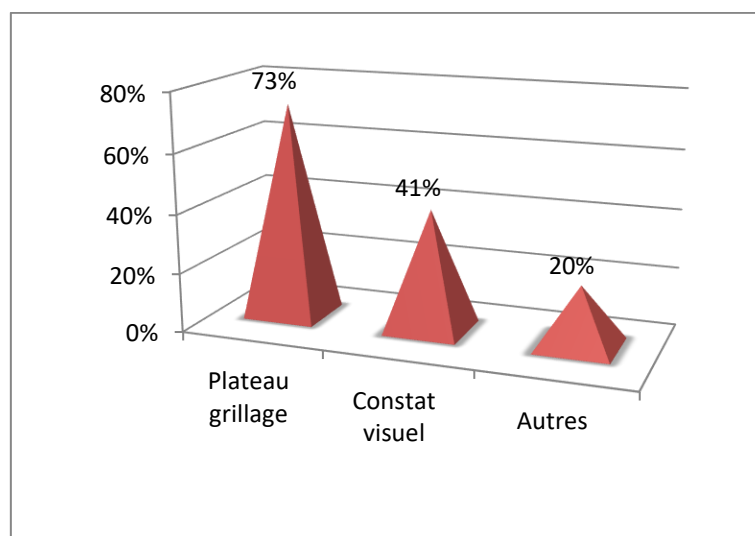


Figure 39 : Méthodes de dépistage du varroa.

Pour la période d'utilisation des produits anti varroase, 43% d'apiculteurs préfèrent traiter en automne, 27% d'entre eux traitent en été. Alors que 16% et 2% d'exploitants appliquent les traitements en hiver et au printemps respectivement (Fig.40).

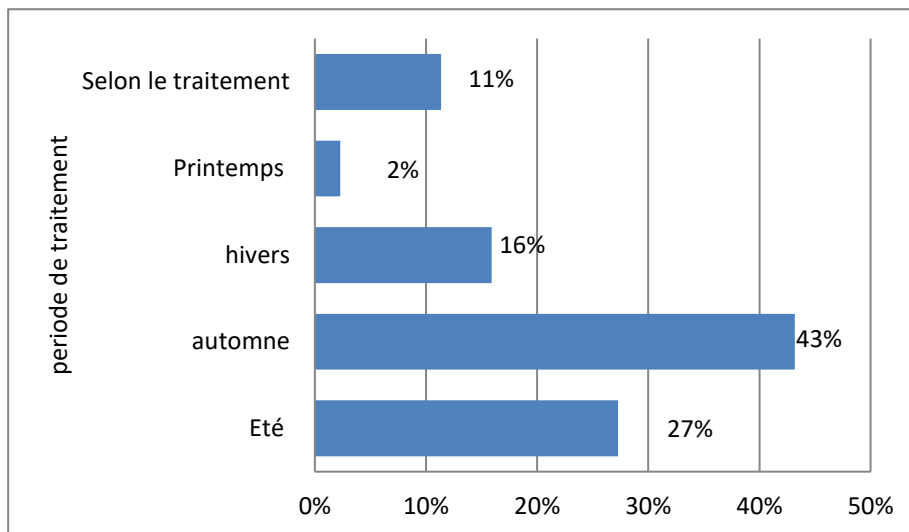


Figure 40 : période de traitement contre le varroa.

Il est à constater aussi d'après les résultats obtenus que l'apivar® est le produit le plus utilisé (55%), suivi de bayvarole® (32%), puis l'Amitraz (20%) et en fin apistan® (18%). Il Ya également, ceux qui traitent avec des traitements naturels tels que : l'armoise, l'eucalyptus, le thym, l'ail, l'oignon et les huiles essentiels(Sans qu'ils précisent la nature) (Fig. 41).

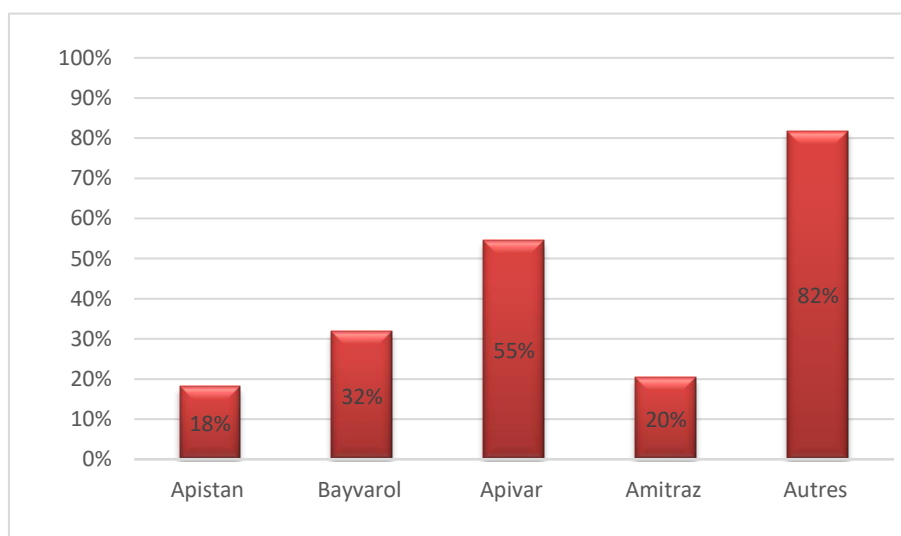


Figure 41 : Traitements utilisés contre le varroa.

3.4 Autres problèmes

A travers le tableau 08, ont été récapitulés les problèmes liés à l'activité apicole dans la wilaya de Tizi-Ouzou selon chaque apiculteur.

Les problèmes les plus importants sont, pour certains, le changement climatique et l'absence de traitement efficaces contre certaines maladies, notamment le varroa. Tandis que d'autres invoquent le manque et le coût élevé des équipements apicoles. Quant à la troisième catégorie, qui est la plus faible, elle revendique le manque de formation, de professionnalisme de certains auteurs et le manque de marché pour la vente des produits de la ruche.

Pour ce qui est des maladies, nous pouvons observer que de nombreux apiculteurs se plaignent de la varroase.

Tableau08 : Ensemble des problèmes rencontrés par les apiculteurs enquêtés.

Les Problèmes énoncés	Nombre d'apiculteurs
Le manque et Cherté du matériel apicole.	12
Manque des traitements et vaccins contre les différentes maladies.	29
Absence d'aide financier par l'état.	10
Manque de formation.	15
Le changement climatique.	36
Incendie et vol.	26
Absence de marché pour la vente des produits de ruches.	06
Flore mellifère pauvre dans la wilaya.	14
Le non traitement contre le varroa.	29
Manque du professionnalisme.	08

4 Discussion

Pour cette étude, Nous avons ciblé, au début, une centaine d'apiculteurs mais à cause de la situation sanitaire due au Corona virus, nous n'avons pas pu les contacter. De ce fait nous avons pu distribuer que 60 questionnaires répartis mais uniquement 44 questionnaires ont pu être exploités soit 1912 ruches, répartis sur 18 communes de la wilaya de Tizi-Ouzou. D'après le sondage, la population des apiculteurs est essentiellement composée d'hommes avec 84%. Contrairement aux autres activités où la femme est très impliquée, en apiculture la femme est peu présente (16%), Cela est probablement dû au fait que cette pratique traditionnelle a toujours été masculine puisqu'elle demande beaucoup d'efforts et que la région d'étude se caractérise par un relief à accès difficile.

Par ailleurs, la tranche d'âge des apiculteurs interrogés varie entre 20 et 50 ans, c'est donc une population relativement jeune. Cela peut s'expliquer par le fait que cette tranche d'âge a bénéficié des aides de l'état dans le cadre de la promotion agricole (FNRDA, PPDRI...). A l'égard, au Maroc, la population est assez âgée avec une moyenne de 49 ans (SNES, 2004).

Concernant le niveau d'étude, seulement 5 apiculteurs répertoriés dans cette étude sont analphabètes, les autres exploitants ont un niveau moyen ou universitaire (61,3%) et (27,4%) respectivement. Chez les amateurs, cette activité est considérée pour plus de la moitié d'entre eux comme une activité secondaire pratiquée par passion (66%) et ayant une certaine expérience.

Pour ce qui est de l'environnement des ruchers, les apiculteurs ont majoritairement implanté leurs ruchers en montagne, soit 61,3%, au milieu d'une flore spontanée telle que la ronce, l'eucalyptus, l'olivier, le chêne, le thym...etc. Ce qui est expliqué par la richesse florale que caractérise la Kabylie. D'autre part, il a été relevé que l'apiculture moderne utilisant principalement la ruche de type langstroth, est pratiquée par la majorité des agriculteurs soit 95%, tandis que 2 apiculteurs seulement pratiquent l'apiculture traditionnelle. Cela est dû au fait que la ruche moderne présente plus d'avantages tels que l'interchangeabilité de ses cadres.

Par ailleurs, Les nourrissements massifs et stimulants sont couramment pratiqués par les apiculteurs (87,5%). En effet, le manque des réserves alimentaires constitue un des facteurs apicoles pouvant influencer sur les mortalités des abeilles.

Pour les produits de la ruche, les deux produits les plus exploités dans notre échantillon sont le miel et les essaims. Le premier est destiné aux besoins alimentaires et commerciaux, le second est destiné au repeuplement des ruches et également à la vente.

En ce qui concerne l'entretien du cheptel par le renouvellement des cadres, 93% des apiculteurs renouvellent les cadres de ruches, principalement en printemps (85,4%). Quant au renouvellement des reines, on constate que 86% des répondants remplacent leurs reines en utilisant celles de leur propre élevage, et le reste s'approvisionnent ailleurs.

Toutefois, depuis plusieurs dizaines d'années, la filière apicole est confrontée à un affaiblissement général des colonies conduisant à une forte augmentation des taux de mortalité d'abeilles à l'échelle mondiale. Dans la présente étude 16% des exploitants déclarent que leurs colonies sont en état de diminution. Nos résultats corroborent avec ceux de ADJLANE et *al.* (2012) qui ont rapporté, suite à une enquête réalisée sur les pathologies apicoles en Algérie en 2012, que le taux de mortalité des colonies d'abeilles dépasse 10%.

En outre, Des études effectués en Autriche, la Belgique et la Suisse rapportent des pertes de colonies d'abeilles en moyenne de 40 % (HAUBRUGE et *al.*, 2006). La France enregistre chaque année depuis 1995 une mortalité qui varie de 300 000 à 400 000 colonies (GUILLET, 2007). L'Espagne enregistre des mortalités de près de 30 % chacune (HIGES et *al.*, 2009). Au Japon, ce sont 25 % des colonies qui meurent chaque année (NEUMANN et CARRECK, 2010). Pour la période 2009-2010, la mortalité des colonies américaines a été de 33,8 % (VAN ENGELSDORP et *al.*, 2010). Au Canada, la mortalité hivernale atteint 21,3 % en 2009 (BOUCHER, 2009). Les résultats de notre étude révèlent que parmi les causes principales des pertes des colonies est l'action des pesticides, tels que les herbicides, les fongicides et les insecticides. Ainsi, 55% des apiculteurs se déclarent victimes des traitements effectués par les agriculteurs. Malheureusement, en Algérie, aucune loi ne protège l'abeille des pesticides (ADJLANE et *al.*, 2015).

D'autres causes qui induisent à la baisse des colonies sont les pathologies, et les conditions climatiques. Les apiculteurs, signalent souvent les mauvaises conditions climatiques, en faisant référence au froid et aux pluies. Ces facteurs empêchent les abeilles de sortir pour faire des réserves de nourriture. La dégradation de l'environnement est l'un des facteurs influençant le développement des colonies car il conduit, d'une part, à un manque de disponibilité en plantes à pollen et nectar, et d'autre part à la disparition de couvert végétal mellifère et donc à une pénurie de nourriture pour les abeilles. Or les

carences alimentaires augmentent la sensibilité des abeilles aux insecticides (WAHL et ULM, 1983).

Les abeilles doivent avoir suffisamment de miel stocké comme réserves pour survivre à l'hiver. Les ouvrières nourrices doivent disposer de suffisamment de pollen pour produire la nourriture qu'elles distribuent aux larves à partir de leurs glandes nourricières.

Par exemple, lorsque les fleurs d'acacia sont lavées par la pluie, elles ne sont plus attractives pour les abeilles qui trouvent un nectar trop dilué. De même, un climat trop sec limitera la production de nectar des fleurs et sa récolte par les abeilles. Dans des situations extrêmes et sans la vigilance de l'apiculteur, les abeilles peuvent mourir de faim. (LE CONTE et NAVAJAS, 2008)

Concernant les pathologies, le cheptel apicole de l'échantillon étudié est principalement affecté par la nosémose (61%) et la fausse teigne (48%), nous avons également noté l'existence d'autres maladies comme le couvain plâtré (11%) et la loque américaine (9%). Quant à la varroase elle est présente dans tous les ruchers (100%), ADJLANE et DOUMANDJI (2011) déclarent que cet acarien a causé beaucoup de dégâts au niveau des ruchers du pays, malgré les traitements effectués par les apiculteurs. Dès son apparition en Algérie en 1981, la varroase a traversé presque tout le territoire et sur son passage certains apiculteurs algériens ont perdu de 30 à 50 % de leur cheptel (DE FAVAUX, 1984). WITTERS (2003) signale que *Varroa destructor* détruit en Espagne un million de ruches par an.

Pour lutter contre cette maladie, la quasi-totalité des apiculteurs (89%) la traite au moins une fois par an, et les moyens de détection utilisés sont les plateaux grillagés ou par l'observation visuelle.

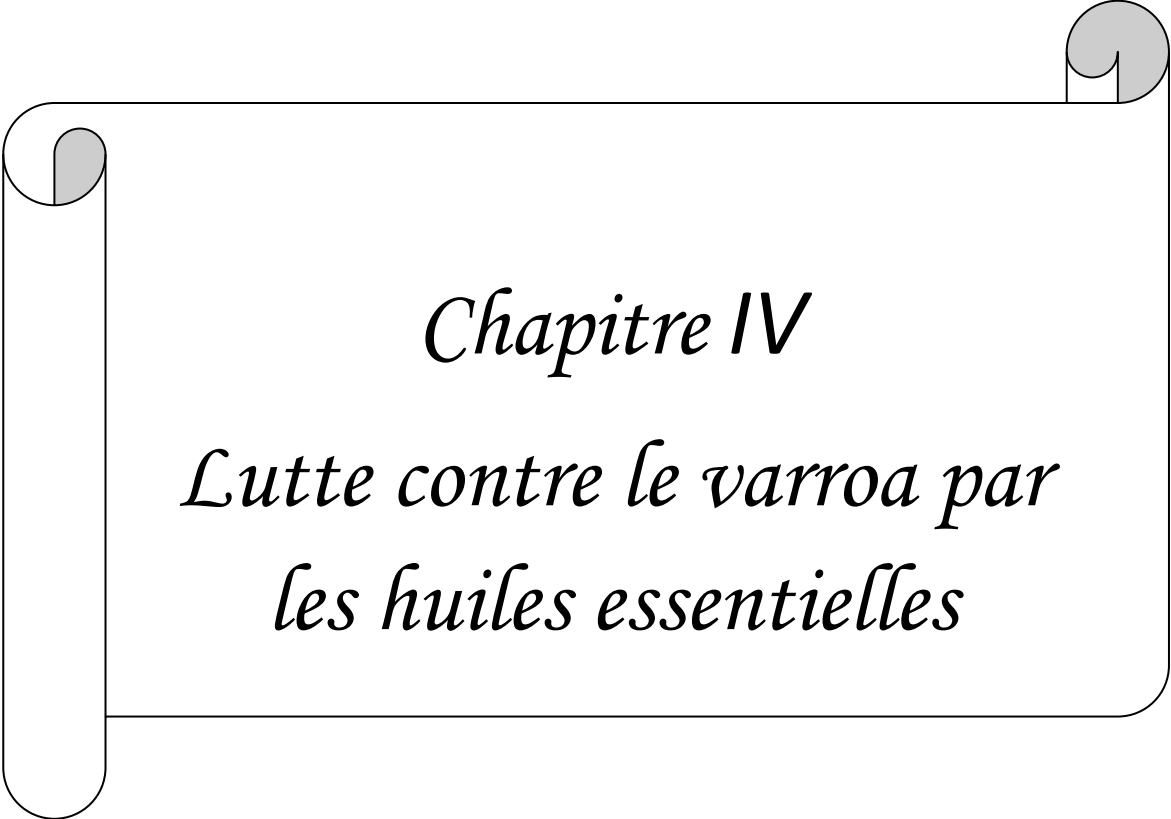
En ce qui concerne les traitements les plus utilisés sont dans la plupart du temps, à base des molécules chimiques à savoir Apivar® (55%), Bayvarole® (32%), Amitraze (20%), Apistan® (18%). Cependant, beaucoup de recherche ont désapprouvé l'utilisation de ses traitements chimiques. Les travaux réalisés par ADJLANE et *al.*, (2013), dans la région de Mitidja (au Nord de l'Algérie), révèlent une efficacité de 91.62%, 86.50% et 77.75% respectivement pour Bayvarol ®, Apivar ® et Apistan ®. D'autres parts, LOUCIF-AYAD et *al.*, (2010) signalent, dans leurs travaux réalisés à Annaba (l'Est de l'Algérie) entre septembre et octobre, une efficacité de 89% pour Bayvarol ® et 85% pour Apivar ®. GREGORC et *al.* (2018) ont testés sur des colonies d'*Apis melliferaligustica*, aux USA, quatre acarides à savoir Apiguard®, Apistan®, Apivar®, et HopGuard® et ils

révèlent une efficacité de 86%, 84%, 79% et 64% respectivement. De nombreux travaux antérieurs ont montré que, suite à l'utilisation intensive et durant plusieurs années de ces acaricides chimiques, il y a eu développement de résistance par le varroa vis-à-vis de ces molécules (LONDZIN et SLEDZINKY, 1996 ; ELZEN et *al.*, 1998 ; MILANI et DELLA VEDOVA, 2002 ; GARCIA-SALINAS et *al.*, 2006 ; SEMKIW et *al.*, 2013).

Nous avons également enregistré que beaucoup d'apiculteurs préfèrent l'utilisation du thym, l'eucalyptus l'armoise (par fumigation) ainsi que des lanières imprégnées de l'ail ou de l'oignon écrasé et des huiles essentielles sans qu'ils précisent leur nature.

FAUCON (1992) a déjà signalé dans ses travaux que depuis l'apparition de la *varroase*, de très nombreux chercheurs travaillent sur le varroa et sur les moyens de lutte contre cet acarien soit avec toutes sortes de méthodes et toutes les molécules dont ils pouvaient disposer dans leur pays où ils travaillaient. Actuellement en Europe, plusieurs produits sont appliqués, les plus utilisés sont à base de Fluvalinate et d'Amitraz. Il est à signaler qu'à l'heure actuelle aucun traitement ne s'est montré efficace à 100%. Cependant l'utilisation des produits acaricides lors du traitement chimique « varroacides » pose le problème de la formation des résidus dans les produits de la ruche, étant donné que les colonies d'abeilles doivent être traitées chaque année.

Cette étude présente clairement les contraintes du développement de l'apiculture et les causes de mortalité des colonies d'abeilles observées dans la wilaya de Tizi Ouzou.

A decorative frame resembling a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both featuring rounded ends and a slight shadow effect.

Chapitre IV

Lutte contre le varroa par les huiles essentielles

D'après les résultats de l'enquête, nous remarquons que *la varroase* est la maladie la plus répandue dans les différents ruchers étudiés. De ce fait, nous avons jugé utile de compléter notre étude par un essai de lutte contre le *V. destructor* en testant au laboratoire l'effet acaricide de deux huiles essentielles, à savoir l'huile de lentisque (*Pistacia lentiscus*) et celle du laurier noble (*Laurus nobilis*).

1 Présentation de la zone d'étude.

1.1 Situation géographique

Les prélèvements ont été effectués au niveau de plusieurs ruchers privés, localisés dans la commune de Bouzeguène à environ 52 km de la ville de Tizi-Ouzou.

1.2 Climat

Le climat joue un rôle majeur dans le maintien d'un rucher, il peut envisager à plusieurs niveaux. Il agit soit directement sur le comportement et la physiologie de l'abeille, soit il modifie la qualité de l'environnement floral et augmente ou réduit, les capacités de récoltes et de développement des colonies. (LE CONTE et *al.*, 2008).

La région de Tizi-Ouzou est caractérisée par un climat typiquement méditerranéen caractérisé par l'alternance d'une saison chaude et sèche et d'une saison humide et froide.

1.2.1 Pluviométrie

La pluviométrie s'agit d'un facteur écologique d'importance fondamentale. En méditerranée le rythme des précipitations est hivernal et les pluies saisonnières tombent surtout durant les trois mois d'hiver (RAMADE, 1984). La pluviométrie a une importance confédérale sur la biologie des espèces végétales et animales, par ailleurs, elle agit sur la vitesse de développement des animaux, sur leur longévité et leur fécondité (DAJOZ, 1971).

Pendant l'année d'études 2021, la valeur moyenne mensuelle des précipitations la plus importante est enregistrée pendant le mois de janvier avec 48 mm, et la valeur mensuelle des précipitations la plus faible est enregistrée pendant le mois de juillet avec 0 mm (Fig. 42).

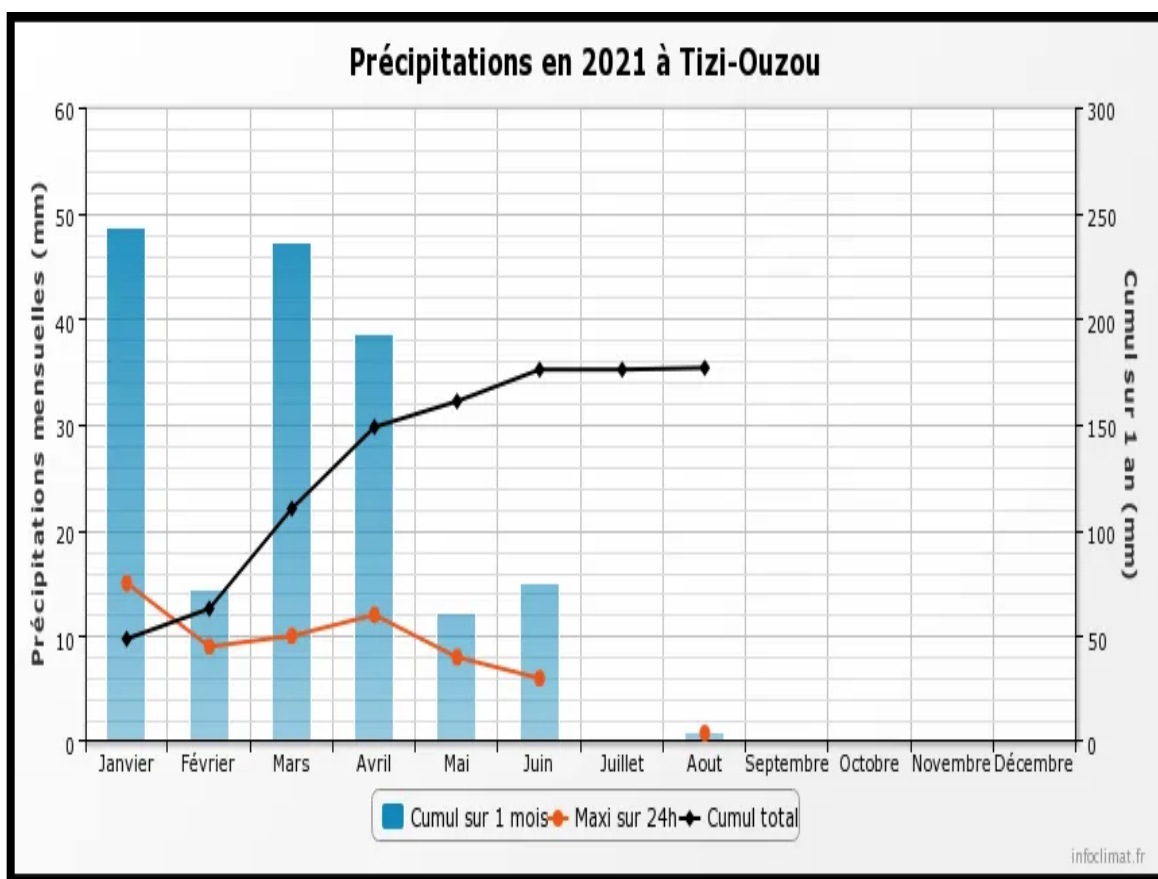


Figure 42 : Précipitations mensuelles moyennes de la wilaya de Tizi-Ouzou l'année 2021
(ONM Tizi-Ouzou)

1.2.2 Température

Selon DREUX (1980), la température occupe la place la plus importante dans tous les paramètres météorologiques, étant donné que tous les phénomènes métaboliques en dépendent. Ce facteur agit directement sur les activités biologiques et écologiques des êtres vivants et contrôle leur croissance, leur répartition et leur activité locomotrice (RAMADE, 1984).

Les températures mensuelles moyennes, maximales et minimales enregistrées durant l'année 2021 dans la wilaya de Tizi Ouzou sont représentées dans la figure 43. Nous constatons que les températures commencent à s'élever partir du mois de janvier pour enregistrer un pic de 39,6°C au mois d'août.

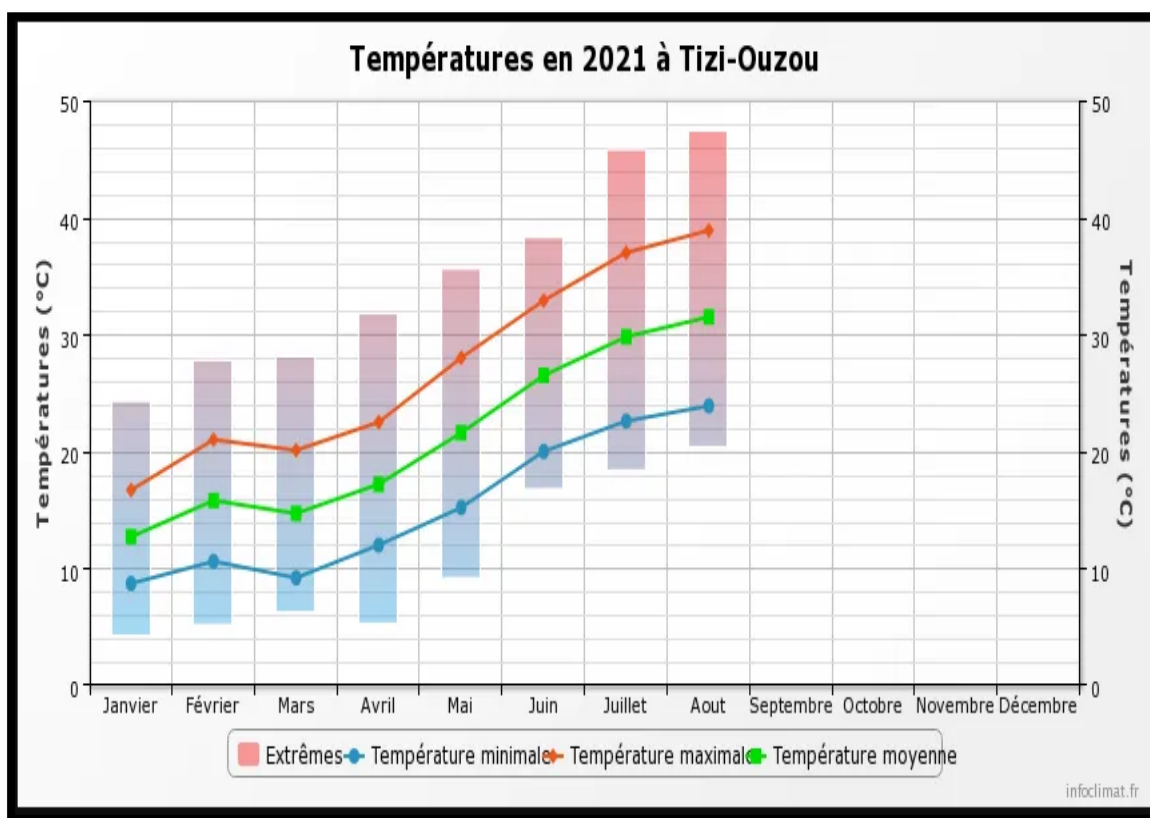


Figure 43 : Les températures mensuelles relevées dans la région de Tizi-Ouzou 2021 (ONM Tizi-Ouzou).

2 Matériels utilisés

2.1 Matériel biologique

- ✚ Des ouvrières de l'abeille locale *A. mellifera*.
- ✚ L'acarien *V. destructor*.

2.1.1 Matériel utilisé au laboratoire

2.1.1.1 Matériel utilisé pour le prélèvement du varroa

- ✚ Loupe : permet de différencier les varroas adultes des immatures.
- ✚ Pince : elle sert à retirer les pupes d'abeilles et les acariens varroa.
- ✚ Boîtes de pétri : employer pour collecter le varroa prélevé des nymphes.

2.1.1.2 Matériel utilisé pour la détermination de l'effet acaricide des huiles essentielles

- ✚ Pot en plastique de 0.5 litre et leurs bouchons.
- ✚ Papier filtre.
- ✚ Micropipettes : de 0.1 à 2,5 µl pour le pipetage des huiles.
- ✚ Les Huiles essentielles.

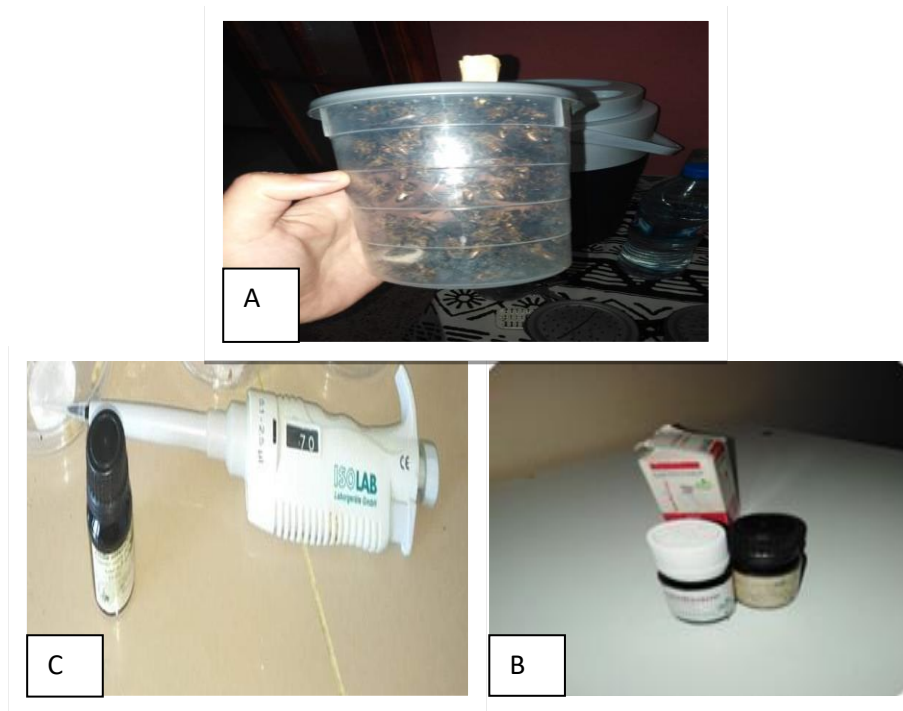


Figure 44 : Matériels utilisés pour le test des huiles essentielles. (Originale 2021)

A : Pot en plastique ; **B :** micropipettes ; **C :** huiles essentielles

Les huiles essentielles : elles sont issues de deux plantes appartenant à deux famille botaniques différentes à savoir : Anacardiacee (*Pistacia lentiscus*) et lauracée (*Laurus nobilis*).

A. Lentisque (*Pistacia lentiscus*)

Appelé aussi pistachier lentisque, arbre à mastic, “Derou” ou “thidhekth, est un arbuste de 1 à 8 m (IAUK et *al.*, 1996). « Pistachier » vient du grec « pistakê », terme désignant un arbre résineux des régions chaudes. « Lentisque » vient du latin « lentiscus » ou « lentisculus » signifiant « visqueux » et faisant probablement référence à la résine épaisse produite par cette plante (d’où le nom d’arbre à mastic). Il appartient à la famille des Anacardiacees, c’est un arbuste fort répandu dans son aire de répartition qui s’étend sur les deux rives de la méditerranéens et de la péninsule ibérique au Proche-Orient. Cet arbuste à feuillage persistant donne des fruits d’abord rouges, puis noirs (Fig. 45).

L’huile essentielle de lentisque est obtenue par distillation des parties aériennes (rameaux feuillés fraîchement taillés). L’huile essentielle de Lentisque pistachier contient majoritairement des monoterpènes : α -pinène (6,5-20%). Myrcène (4-15%). Sabinène (1,5-15%). Parmi les autres constituants on trouve des monoterpénols (jusqu’à 10% de terpinène-1-ol-4), des sesquiterpènes (muurolène, cadinènes) et des sesquiterpénols (α -cadinol).



Figure 45 : la plante *Pistacia lentiscus* (originale 2021)

B. Laurier noble (*Laurus nobilis*)

Appelé « REND » en arabe, est un arbuste persistant des familles des Lauracées à rameaux dressés et écorce lisse. Il pousse dans les lieux humides et ombrés mais également dans les jardins où il est cultivé comme condiment, dont les feuilles aromatiques sont persistantes alternés et lancéolés à bord ondulé. Originaire du Bassin Méditerranéen, le laurier est un arbuste à feuillages mesurant de 2 à 6 mètres et jusqu'à 15 à 20 de haut à couleur vert foncé sur les faces supérieures et plus claires à la face intérieure. Les feuilles dégagent une odeur marquée lorsqu'on les froisse. Les fleurs petites en forme d'étoile, blanchâtres, odorantes, apparaissent en mars- avril, elles donnent des petites baies ovoïdes qui deviennent presque noires une fois mûre. il est extrait à partir de la distillation à la vapeur des feuilles (Fig. 46).

Les feuilles du Laurier-noble contiennent une huile essentielle renfermant 30 à 70 % de cinéol, ainsi que plusieurs composés terpéniques : linalol, géraniol, eugénol, pinène, terpinène, phellandrène. Les fleurs du Laurier-sauce renferment également une huile essentielle contenant les composés suivants : β -caryophyllène, viridiflorène, β -élémane, germacradiénol, germacrène D. De même, les racines contiennent une huile essentielle constituée de divers mono-terpènes et sesquiterpènes, oxygénés ou non.



Figure 46 : la plante *Laurus nobilis* (originale 2021)

3 Méthodes

3.1 Méthode d'échantillonnage des abeilles et le couvain.

Après avoir localisé la reine afin d'éviter de la perdre au moment de l'échantillonnage, un à trois cadres pleins d'abeilles sont secoués dans une ruchette. Une fois que les abeilles se sont calmées, un échantillon de 50 à 70 abeilles est retiré et déposé dans chaque pot.

Pour le couvain, un cadre ayant une bonne surface du couvain operculé est choisi. A l'aide d'une lame, un échantillon d'environ 100 cellules est coupé et mis dans une boîte. L'opération est répétée sur d'autres ruches afin d'avoir un bon nombre d'échantillon du couvain, ce qui nous permettra d'obtenir un maximum de nombre de varroa.

3.2 Méthode de travail au laboratoire

3.2.1 Méthode d'échantillonnage du varroa Au laboratoire

Les échantillons du couvain operculé sont ouverts à l'aide d'une pince entomologique. Sous la loupe, les varroas présents dans les alvéoles ou fixés sur les nymphes d'abeille sont retirés et placés dans des boîtes de Pétri.

3.2.2 Méthode utilisée pour tester l'effet des huiles essentielles sur l'abeille au laboratoire

- Dans chaque pot en plastique, nous avons mis environ 50 à 75 abeilles et du papier filtre accroché avec un fil de fer sur la face externe du bouchon. A signaler que dans chaque pot nous avons mis un peu de sucre en poudre pour nourrir les abeilles (Fig.47).

- Nous avons imbibé le papier filtre à l'aide d'une pipette d'une dose d'huile (0,2, 0,5 et 0,7 μ l). Pour chaque dosage, nous avons réalisé quatre répétitions, et nous avons fait varier la durée d'exposition (1h, 12h, 24h et 48h).
- Pour chaque temps d'exposition et pour chaque répétition, nous avons dénombré le nombre d'abeilles mortes sous l'effet de chaque huile et de chaque dose y compris le témoin.



Figure 47 : Les différentes étapes du test sur les abeilles par inhalation (originale 2021)

3.2.3 Méthode utilisée pour tester l'effet des huiles essentielles sur le varroa au laboratoire

Pour tester l'effet des deux huiles essentielles sur le varroa, nous avons suivi les étapes suivantes (Fig. 48) :

- Les varroas prélevés ont été placés au nombre de 10 par boîte de Pétri, dans lesquelles nous avons fixé du papier filtre imprégné de la dose de chaque huile à tester (0.2, 0.5, et 0,7 μ l), trois répétitions pour chaque dose ainsi que pour le témoin sont réalisées.
- Pour chaque dose, nous avons fait évoluer la durée d'exposition : 1 h, 12h, 24h, 48h.
- Pour chaque durée, nous avons dénombré le varroa mort sous l'effet de chaque huile et de chaque dose et la même chose pour toutes les répétitions y compris le témoin.

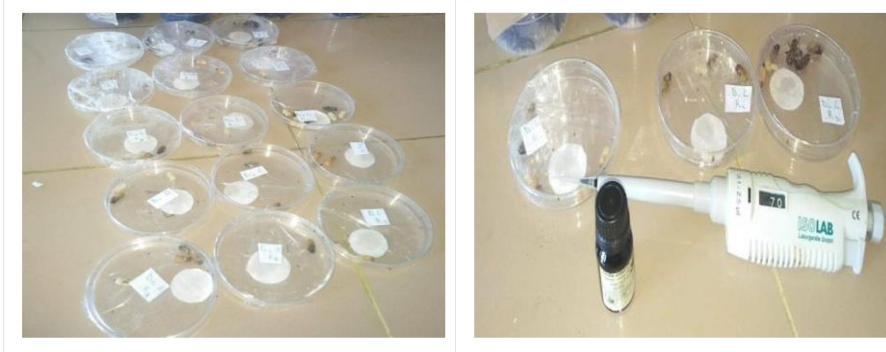


Figure 48 : Les différentes étapes du test sur les abeilles (originale 2021)

4 Analyse statistique

Les résultats obtenus durant notre étude ont fait l'objet d'une analyse statistique qui est une analyse de la variance (ANOVA) à trois critères de classification, au risque d'erreur 5% par le logiciel stat box version 6.20, et le logiciel Excel version 2007. Ce test permet de comparer les moyennes entre elles et les classer en groupes homogènes (logiciel Stat Box version 6.20).

$P > 0,05 \rightarrow$ les variables étudiées montrent une différence non significative.

$0,01 < P \leq 0,05 \rightarrow$ les variables montrent une différence significative.

$0,001 < P \leq 0,01 \rightarrow$ les variables montrent une différence hautement significative.

$P \leq 0,001 \rightarrow$ les variables montrent une différence très hautement significative.

5 Résultats

5.1 Détermination de l'huile et la dose efficace au laboratoire

5.1.1 Effet des différentes huiles essentielles sur le varroa

Les résultats de l'effet des deux huiles essentielles sur le varroa sont rapportés dans la Fig.49 et Annexe 2.

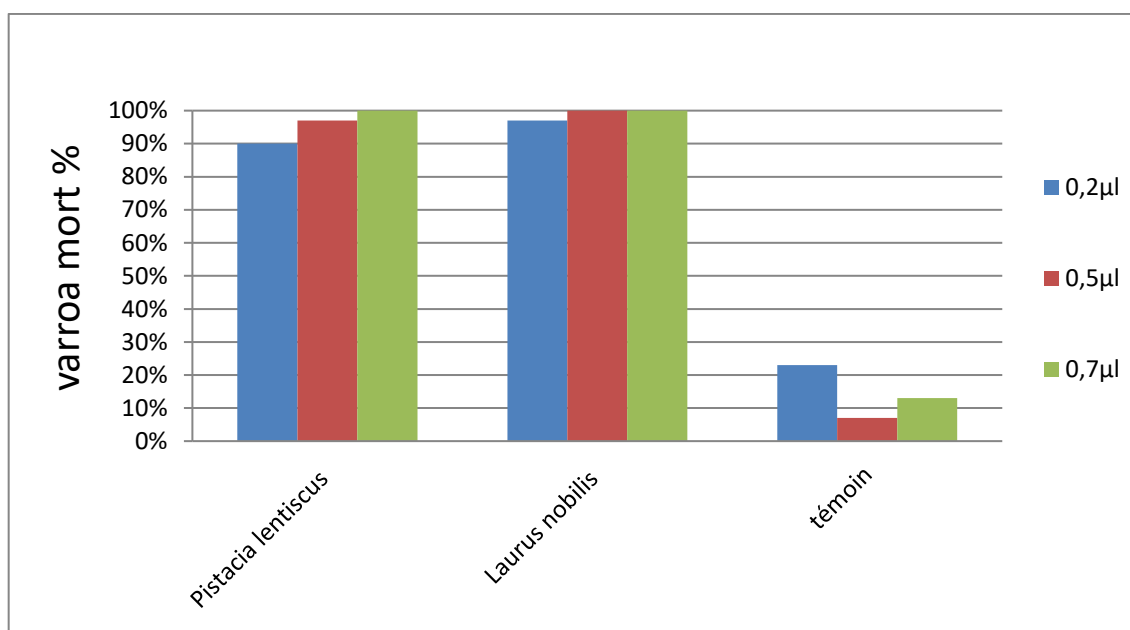


Figure 49 : Effet des huiles essentielles sur le parasite *V. destructor*

Nous remarquons qu'à la dose 0,7µl les deux huiles essentielles, le lentisque (*Pistacia lentiscus*) et le laurier (*Laurus nobilis*) entraînent une mortalité totale des varroas (100%). Or, dans le lot témoin, nous avons enregistré une mortalité de 13%.

A la dose 0,5µl, l'huile essentielle de lentisque présente une mortalité de 97%, tandis qu'une mortalité de 100% est obtenue avec l'huile essentielle de laurier (*L. nobilis*).

Par contre, à la dose 0.2 μ l, les deux huiles enregistrent un taux moyen de (90%) et (97%) de varroas morts.

Afin de déterminer l'huile, la dose et le temps efficace pour lutter contre le varroa, nous avons soumis nos résultats à une analyse de la variance à trois facteurs de classifications.

Cette analyse indique une différence non significative pour le facteur huile ($F=0.059$; $P=0.80769$) et une différence significative pour la dose ($F= 4,834$; $P=0.02863$). (Tab 09)

Tableau09 : Analyse de la variance de l'effet des huiles essentielles sur varroa

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VAR.TOTALE	164,398	31	5,303		
HUILE	0,086	1	0,086	0,059	0,80769
DOSE	21,095	3	7,032	4,834	0,02863
DUREE	63,45	3	21,15	14,54	0,00099
VAR.RESIDUELLE 1	13,092	9	1,455		

La comparaison des moyennes élaborées à travers le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de 5%, classe les moyennes obtenues pour le facteur dose en 2 groupes homogènes A et B. Les doses 0.2 μ l, 0.5 μ l et 0.7 μ l sont classés dans le groupe A tandis que le témoin dans le groupe B (annexe 4).

5.1.2 Effet de la durée d'exposition sur la mortalité du varroa

Les résultats obtenus sur l'effet de la durée d'exposition sur la mortalité du varroa sont rapportés sur les Fig. 50 et 51.

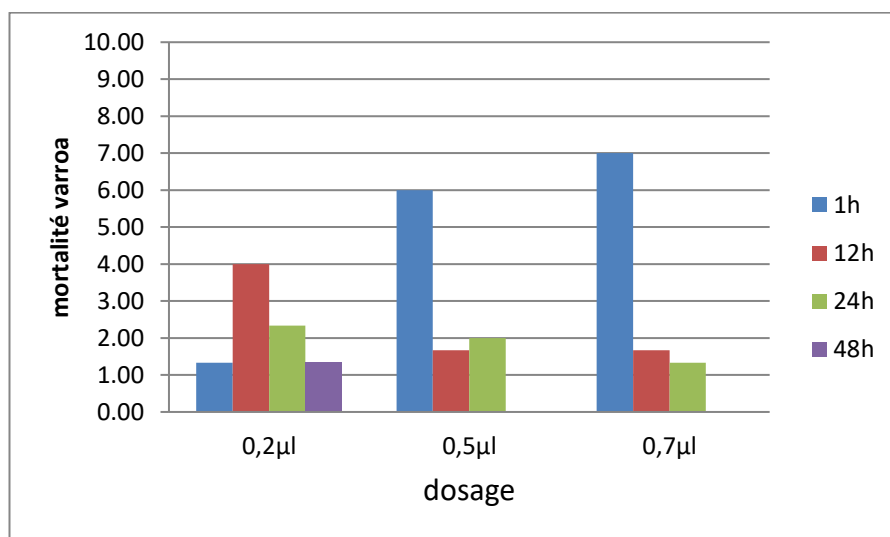


Figure 50 : Effet de *Pistacia lentiscus* sur la mortalité du varroa.

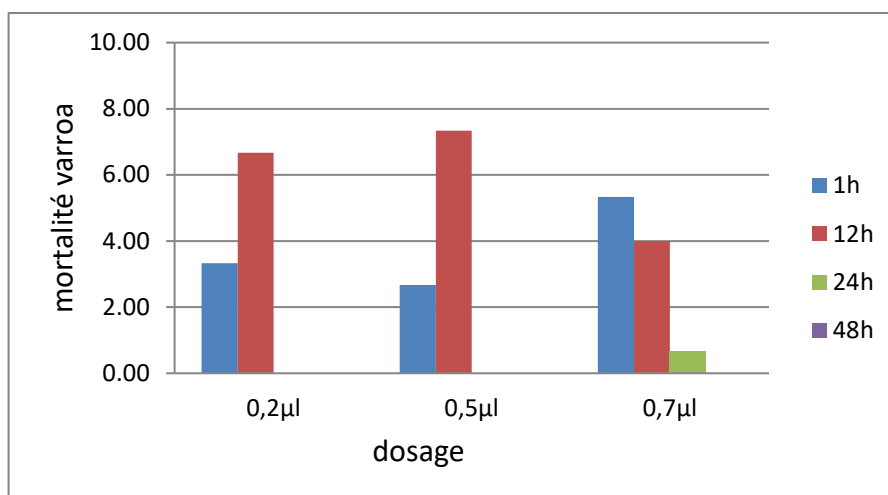


Figure 51 : Effet de *Laurus nobilis* sur la mortalité du varroa.

Les résultats obtenus montrent que les huiles de lentisque, et de laurier agissent efficacement sur le parasite varroa après seulement une heure d'exposition et aux différentes doses donc les huiles présentent une influence positive sur cet acarien.

L'analyse de la variance à trois critères de classification montre une différence très hautement significative ($P=0,00999$) pour le facteur durée (Tab10).

Tableau 10 : Analyse de la variance de l'effet de la durée d'exposition aux huiles essentielles sur varroa.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VAR.TOTALE	164,398	31	5,303		
Huile	0,086	1	0,086	0,059	0,80769
Durée	63,45	3	21,15	14,54	0,00099
VAR.RESIDUELLE	13,092	9	1,455		
1					

La comparaison des moyennes élaborées à travers le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de 5%, classe les moyennes obtenues pour le facteur durée en 3 groupes homogènes. En effet la durée du laurier à 12h et celle du lentisque à 1h sont classés dans le groupe homogène A. Tandis que la durée de Laurier à 1h et la durée du Lentisque à 12H, et 24H, sont classés dans le groupe homogène B. Le laurier à la durée, 24H, 48H et le lentisque à ,48H sont dans le groupe C (annexe 05).

5.2 Effet des huiles essentielles sur les abeilles

Les résultats de l'effet des différentes huiles essentielles sur les abeilles sont rapportés sur la Fig.52 et annexe 03.

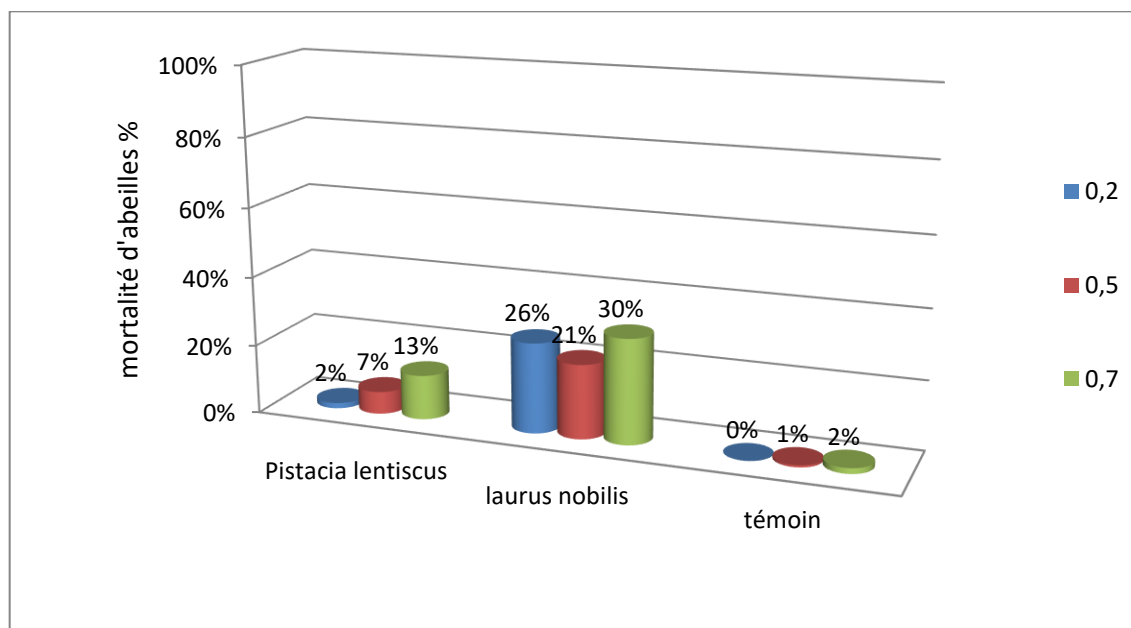


Figure 52 : Effet des huiles essentielles sur les abeilles

Il semble que l'huile essentielle du *L.nobilis* est moins toxique à la dose de 0,5µl sur les abeilles. Alors qu'à la dose de 0,7 µl, elle cause une mortalité de 30% d'abeilles. Tandis que le Lentisqueprovoque une faible mortalité des abeilles qui varie de 5% et 13% aux différentes doses utilisées.

L'analyse de la variance à trois critères de classification montre une différence significative ($P=0,02986$) pour le facteur huile et une différence non significative pour le facteur dose ($P=0,07944$) (Tab11).

Tableau 11 : Analyse de la variance concernant l'effet des huiles essentielles les abeilles.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.
VAR.TOTALE	391,146	31	12,618			
Huile	39,694	1	39,694	6,537	0,02986	
Dose	57,178	3	19,059	3,139	0,07944	
VAR.RESIDUELLE	54,65	9	6,072			2,464
1						

La comparaison des moyennes élaborées à travers le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de 5%, classe les moyennes obtenues pour le facteur huile essentielle en 2 groupes homogènes A et B. La classe A regroupe l'huile de *L.nobilis* qui cause plus de mortalité d'abeilles alors que la classe B regroupe l'huile de *P. lentiscus* (Annexe 06).

5.2.1 Effet de la durée d'exposition sur la mortalité des abeilles

Les résultats relevés sur l'effet de la durée d'exposition sur la mortalité des abeilles sont représentés dans les Fig.53 et 54.

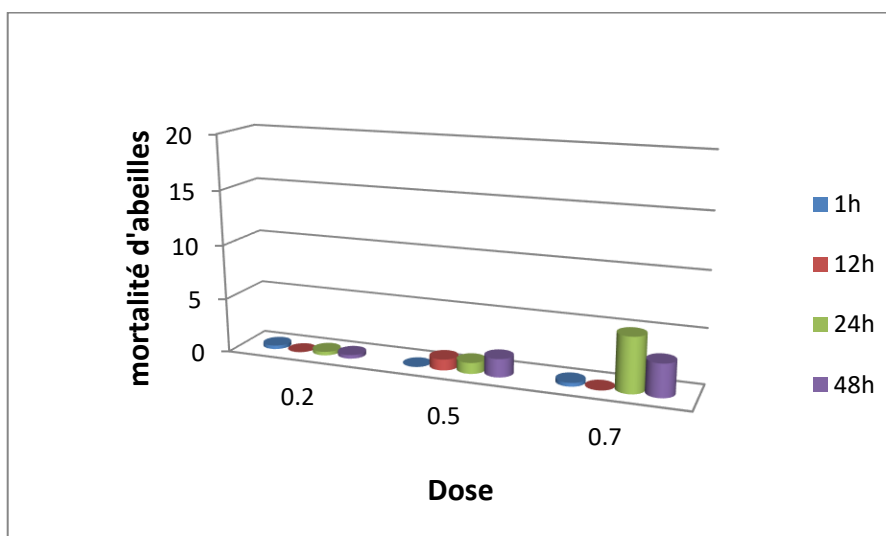


Figure 53 : Effet de *Pestacia lentiscus* sur la mortalité des abeilles.

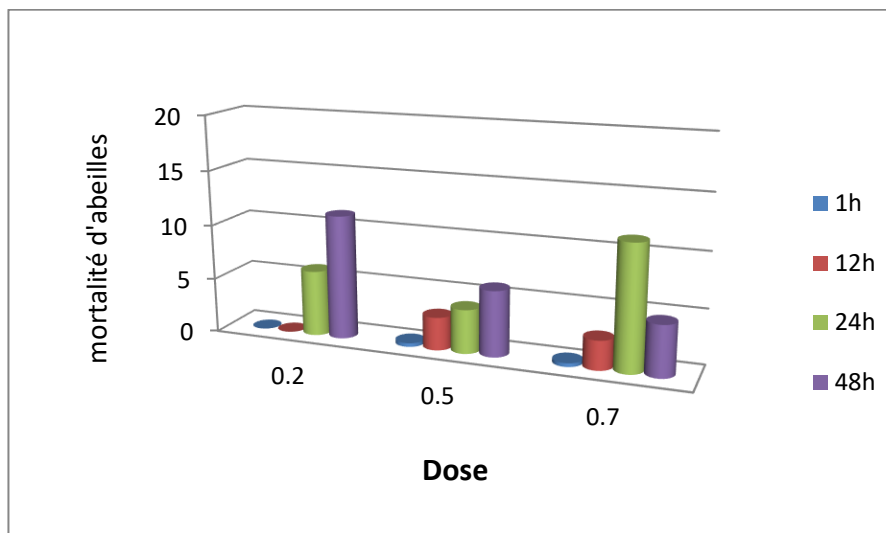


Figure 54 : Effet de *Laurus nobilis* sur la mortalité des abeilles.

Nous constatons qu'aux doses de 0,2 μ l et 0,5 μ l, l'huile essentielle du lentisque cause des mortalités minimales presque nulles chez les abeilles. Par contre, celui du laurier aux doses 0,2 μ l, 0,5 μ l, 0,7 μ l entraîne des mortalités considérables chez les abeilles.

L'analyse de la variance à trois critères de classification montre une différence hautement significative ($P=0,00967$) pour le facteur durée (Tab12).

Tableau 12 : Analyse de la variance de l'effet duré d'exposition aux huiles essentielles sur les abeilles

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.
VAR.TOTALE	391,146	31	12,618			
Durée	130,004	3	43,335	7,137	0,00967	
VAR. RESIDUELLE 1	54,65	9	6,072			2,464

La comparaison des moyennes élaborées à travers le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de 5%, classe les moyennes obtenues pour le facteur durée, en 2 classes. Les durées de 24h et 48h sont classées dans les groupes A. La durée de 1h et 12h est classée dans le groupe B(Annexe 07).

6 Discussion

Actuellement, les huiles essentielles commencent à avoir un intérêt très prometteur comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Ces produits font l'objet des études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour les traitements insecticides, acaricides, bactéricides, nématicides et fongicides (YAKHLEF, 2010).

Afin de connaître les effets acaricides des huiles essentielles sur le parasite *V. destructor* de l'abeille domestique *A. mellifera intermissa*, Nous avons testé en laboratoire deux plantes : *Pistacia lentiscus* et *Laurus nobilis*, Il apparaît de nos résultats que le degré d'efficacité de ses deux derniers est variable, et que cette variabilité est due à trois facteurs : les huiles essentielles, la durée de l'expérience, et la dose utilisée.

En effet, l'huile essentielle de laurier (*Laurus nobilis*) s'est avérée plus efficace contre le parasite *V. destructor*, puisque nous avons obtenu des taux de mortalité chez le varroa qui varient de 97% à 100%. En parallèle, elle a provoqué une mortalité considérable chez les abeilles (26%), (21%) et (30%) aux doses 0,2 µl, 0,5µl et 0,7 µl respectivement.

Par ailleurs, le taux d'efficacité acaricide du lentisque (*P. lentiscus*) envers l'acarien varroa se situe entre 90% et 100%. Et son effet sur les abeilles est très peu important (2%), (7%) et (13%) de mortalité à la dose 0.2µl, 0.5µl, 0.7µl respectivement. Nos résultats vont dans le même sens avec de nombreux auteurs et de nombreuses études.

L'étude de AMIMER -HACIB (2017), concernant les huiles essentielles de trois plantes : *Rosmarinus officinalis*, *Laurus nobilis*, et *Mentha piperita*, a montré que le taux d'infestation des colonies est passé de 11,99% à 0, 30% soit une diminution de 11,69% pour le Romarin, de 15,02% à 0,46 % soit une diminution de 14,56% pour le Laurier, et de 14,67% à 0,29% soit une diminution de 14, 38% pour la Menthe.

En égard, l'étude réalisée au laboratoire sur l'effet de deux huiles essentielles savoir le Myrte et le Lentisque par MEKAOUI (2018), montre que l'huile essentielle de myrte et de lentisque provoquent une mortalité totale du parasite soit (100%) à la dose 0.5µl, 0.7µl et 1µl, et induisent une mortalité de 92.5% et 97.50% à la dose de 0.2µl pour l'huile de lentisque et de myrte respectivement. D'autre part, chez les abeilles à la dose de 0.2µl, et 1µl une mortalité de 9.09% et de 37.89% ont été enregistrées respectivement. Par contre, avec l'huile de lentisque à la dose de 0.2µl et 0.5µl, aucune mortalité n'a été enregistrée.

D'autre part, les résultats obtenus par KÜTÜKOĞLU et al. (2012) qui ont travaillé sur des colonies d'abeilles ont montré qu'au printemps le taux d'efficacité des huiles de *Lavandula officinalis*, *Foeniculum vulgare* et *Laurus nobilis* enregistrent un taux

d'efficacité de 83.8%, 78.8% et 70.8% respectivement. Alors qu'en automne, l'efficacité obtenue est de 76.6% avec *L. officinalis*, 71.9% avec *F. vulgare*, et 65.2% avec *L. nobilis*.

D'autre part, HABBI-CHERIFI en 2015 a testé in vitro l'effet acaricide de huit huiles essentielles : *Menthapiperita*, *Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula angustifolia*, *Syzygium aromaticum*, *Eucalyptus radiata*, *Eucalyptus globulus* et *Eucalyptus Citriodora*. Il ressort que les huiles d'*Eucalyptus globulus* et de *Rosmarinus officinalis* étaient les plus efficaces.

En revanche, IMDORF et al. (1999) rapportent que plusieurs huiles essentielles ont montré une activité acaricide vis-à-vis du parasite varroa dans les tests de dépistage effectués grâce à leur contenance aux terpènes et aux composés phénoliques volatils qui ont un arôme intense. KOTWAL (2013), énonce que les huiles essentielles présentent une efficacité variable selon les molécules, leur association et les dosages utilisés.

Des études réalisées par CALDERONE et SPIVAK en 1995 ont montré qu'un mélange de thymol, de l'huile d'eucalyptus, menthol et camphre cause 96% de varroa mort.

ABD EL WAHAB et al. (2006) ont utilisé les huiles essentielles de *Citrus aurantium* (orange amère), *Cymbopogon flexuosus* (pamplemousse) et la citronnelle à des différentes concentrations (25%, 50% et 100%). Les résultats obtenus montrent que ces huiles ne sont efficaces qu'à partir de la quatrième semaine et avec la concentration de 100%.



Conclusion et perspectives

L'abeille domestique considérée comme sentinelle de la nature est un insecte essentiel pour la sauvegarde de la biodiversité et du maintien de l'équilibre des écosystèmes. Elle serait même essentielle à la survie de l'être humain en assurant la pérennité de toute la filière apicole, en garantissant les rendements de certaines cultures ainsi qu'en participant au maintien de la biodiversité. L'effondrement des colonies d'abeilles est d'origines multifactorielles, et les obstacles du développement de l'apiculture sont multiples.

Ce travail a permis d'apporter une contribution à l'étude de l'état sanitaire du cheptel apicole de la wilaya de Tizi Ouzou, et les moyens de lutte contre le parasite de l'abeille *Apis mellifera* qui est le *Varroa destructor*.

Les résultats de la première partie de ce travail présentent les principaux obstacles du développement de l'apiculture à la wilaya de Tizi Ouzou. Cette enquête a mis en évidence essentiellement, les principales pathologies apicoles à savoir : la loque, la nosérose et surtout la varroase qui est la plus fréquente. L'utilisation des produits non homologués ou peu efficaces dans certains cas peut être l'un des facteurs expliquant en partie les mortalités des abeilles. Les apiculteurs ont également réclamé les mauvaises conditions climatiques, la diminution de la flore mellifère ainsi que l'intoxication des abeilles par les traitements insecticides. Cette étude nous a permis aussi de présenter clairement les contraintes du développement de l'apiculture et les causes de mortalité des colonies d'abeilles observées dans la wilaya de Tizi Ouzou.

Malheureusement, notre enquête a porté uniquement sur 44 apiculteurs en raison de l'état sanitaire actuel (Covid 19), il était très difficile pour nous de faire un travail avec un nombre plus important, et de toucher les 67 communes de la wilaya. Il est important, de signaler aussi que de nombreux apiculteurs ont refusé de remplir le questionnaire.

Par ailleurs, Le test réalisé au laboratoire sur l'effet acaricide de deux huiles essentielles contre la varroase à savoir, le lentisque (*Pistacia lentiscus*), et le laurier (*Laurus nobilis*) a montré que ses deux huiles surtout de lentisque ont leur effet acaricide sur le varroa avec un effet peu toxique sur les abeilles. Sur la base de ces résultats, les huiles essentielles pourraient, donc, constituer une bonne alternative pour les programmes de contrôle ciblant ce parasite *V. destructor*.

Globalement, les résultats obtenus montrent que la lutte contre *V. destructor* est donc une composante essentielle de la conduite apicole. Il est important que les apiculteurs sachent en premier lieu l'existence ou non de la parasitose afin de déterminer le taux d'infestation. Par

conséquent, ils doivent surveiller constamment les colonies et appliquer les traitements nécessaires.

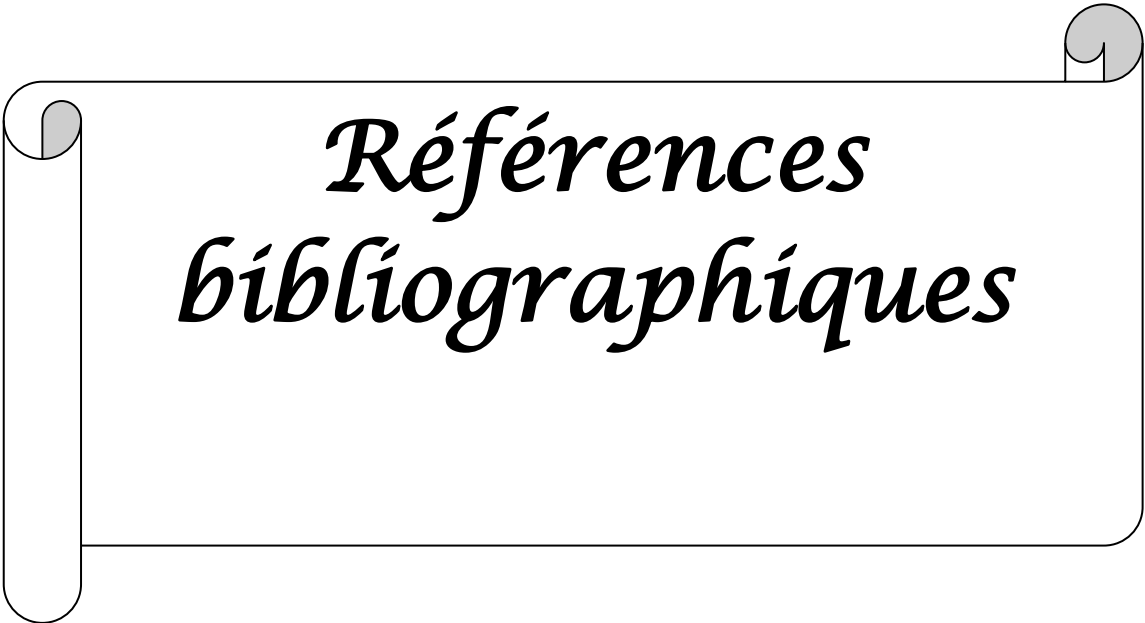
Le traitement avec les huiles essentielles, considéré comme biologique et naturel, n'altère pas le bon développement des colonies. Pour cela il est à recommander les traitements, à base d'huiles essentielles issues de plantes médicinales tels que les plantes testées.

Les résultats obtenus lors de notre étude sont encourageants et méritent d'être améliorés et à confirmer sur le terrain. En effet, la lutte contre *V. destructor* à base des huiles essentielles est un domaine très vaste, il nous paraît ainsi intéressant de poursuivre les recherches sur la prospection de nombreuses plantes aromatiques et mettre éventuellement en évidence leurs effets acaricide afin de mettre en place une nouvelle stratégie de lutte qui sera la moins coûteuse et qui permettrait peut-être d'éradiquer cette maladie et d'obtenir ainsi des abeilles fortes et des produits de la ruche sains et avec la capacité de nos moyennes.

Il serait souhaitable également de refaire cette étude en combinant les différentes huiles essentielles, et il serait très intéressant aussi d'analyser les effets de ses huiles sur les différents produits de la ruche.

La lutte contre ce véritable fléau doit être prise au sérieux par les pouvoirs publics, ainsi, que tout apiculteur. Elle doit faire objet d'un vaste programme d'action territoriale afin d'éviter les perpétuelles infestations et de sauver ainsi l'abeille domestique.

Enfin, la santé de l'abeille doit être prise au sérieux par tout individu afin d'éviter les perpétuelles infestations par le varroa et de sauver ainsi l'abeille domestique, sentinelle de l'environnement.



Références bibliographiques

A

- **ABD EL-WAHAB T.E., EBADAH M.A. et ZIDAN E.W., 2006.** Evaluation of some volatile plant oils and Mavrik against *Varroa destructor* in honey bee colonies. *Journal of Applied Sciences Research*, 2(8): 514-521.
- **ABDEL-FATTAH N.S. et NADA O.H., 2007.** Effect of propolis versus metronidazole and their combined use in treatment of acute experimental giardiasis. *J. Egypt. Soc. Parasitol.*, 37(2 Suppl): pp 691-710.
- **ADAM F., 1980.** *A la recherche des meilleures races d'abeilles*. Paris : Le courrier du livre, 173p.
- **ADAM F., 1985.** Biométrie de l'abeille, 2^{ème} édition de l'OPDA, 50 p.
- **ADAM G., 2012.** Pathologie apicole. Ecole d'apiculture des ruchers du sud-Luxembourg, 24p.
- **ADJIMI., 2011.** Annahla el- aya elmodjiza .Ed.Dar Elaourassia,p.40 et p.55.
- **ADJLANE N. et DOUMANDJI S., 2011.** La varroase : biologie, diagnostic et traitement ; situation actuelle de la varroase en Algérie. *Pratique vétérinaire*, 9 : 8 11p.
- **ADJLANE N., BENAZIZA D. et HADDAD N., 2015.** Population dynamic of *Varroa destructor* in the local honey bee *Apis mellifera intermissa* Algeria. *Bulletin of Pure and Applied Sciences*. Vol.34 A (Zoology), (1-2): P.25-37.
- **ADJLANE N., DAINAT B., GAUTHIER L & DIETEMANN V., 2015.** Atypical viral and parasitic pattern in Algerian honey bee subspecies *Apis mellifera intermissa* and *A.m. sahariensis*. *Apidologie*, 45 : 1-11 p.
- **ADJLANE N., DOUMANDJI S. et HADDAD N., 2012.** Situation de l'apiculture en Algérie : facteurs menaçant la survie des colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa*. *Cahiers Agricultures*. Volume 21, Numéro 4, 235-41.
- **ADJLANE N., HADDAD N. et TAREK O., 2013.** Evaluation of the efficacy of different acaricides against *Varroa destructor* on *Apis mellifera intermissa* Algeria. *Acarina* 21 (2): 141–146.
- **ADJLANE N., WAFDI M. ET HADDAD N., 2018.** Développement de l'acarien *Varroa destructor* Anderson & Trueman 2000 dans les colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa* Buttel-Reepen 1906 dans la zone semi-aride de l'Algérie. *Agriculture*. Vol. 9(1) : pp 81-88.
- **ALBOUY V., 2012.** des traités d'apiculture atypique à usage des amis des abeilles. Ed. la lesse. Edisud.147p

- **ALICE M., 2013.** Action sanitaire en production apicole : Gestion de la varroase face à l'apparition de résistance aux traitements chez *Varroa destructor*. Thèse de l'Université Clade-Bernard-Lyon1. P16-89.
- **ALIOUANE Y., EL HASSANI A.K., GARY V., ARMENGAUD C., LAMBIN M. and GAUTHIER M., 2009.** Subchronic exposure of honeybees to sublethal doses of pesticides: effects on behavior. *Environ. Toxicol. Chem.*, 28: 113 - 122.
- **ALLEAUME C., 2012.** L'abeille domestique (*Apis mellifera*), exemple pour l'étude de l'attractivité des plantes cultivées sur les insectes pollinisateurs. Thèse pour l'obtention de diplôme du Doctorat en médecine vétérinaire. Faculté de Médecine Créteil. École nationale vétérinaire d'Alfort, 112p.
- **ALPHANDERY, R., 2002.** La route du miel : le grand livre des abeilles et de l'apiculture. Ed. Nathan, Paris, 260p.
- **AMAROS, M., SAUVAGER, F., GIRRE, L., CORMIER, M., 1992.** In vitro antiviral activity of propolis. *Apidologie* 23, 231-40p.
- **AMIMER-HACIB H., 2017.** Bio activité de quelques huiles essentielles par l'évaluation de l'effet acaricide vis-à-vis de la varroas, et incidence sur la qualité du miel. Thèse doctorat, école Nationale Supérieure d'Agronomie – EL HARRACH- Alger. P58.
- **AMIRAT A., 2014.** Contribution à l'analyse physicochimique et pollinique du miel de Thymus Algériens de la région de Tlemcen. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'en Science des aliments, Université Abou-BekrBelkaid –Tlemcen, 60p.
- **ANDERSON D.L., TRUEMAN J.W.H., 2000.** *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroadae) is more than one species. *Exp. Appl. Acarol.*, 24 (3):165-89p.
- **ATKINS E. and KELLUM D., 1986** - Comparative morphogenetic and toxicity studies on the effects of pesticides on honeybee brood. *J. Apic. Res.*, (25): 242 – 255p.

B

- **BAILEY L., 1955.** The infection of the ventriculus of the adult honeybee by *Nosema apis* (Zander). *Parasitology* 45 (1 and 2): 86-94p.
- **BALLIS A., 2016.** Mémento de l'apiculture, un guide sanitaire et réglementaire. Chambre d'agriculture d'Alsace, 167p.
- **BARBANGON J-M., 2002.** Le traité de rustica de l'apiculture (Chapitre3 : soigner et protéger les abeilles). Ed. Rustica, p86-109.
- **BAROUR, C., TAHAR, A., BAYLAC, M. (2011).** Forewing shape variation in Algerian honeybee Populations of *Apis mellifera intermissa* (Buttel-Reepen, 1906) (Hymenoptera:

- Apidae): A landmark based geometric morphometrics analysis. *J. AfricanEntomology*. Vol.19.11-22p.
- **BEAR B., 2005.** Sexual selection in *Apis*bees. *Apidologie*, 36, 187-200p.
 - **BELLALA Y.,2019.**Essai de réalisation d'un gradient de maladies sur un échantillon d'*Apis mellifera*intermissa en Algérie et proposition d'un guide méthodologique pour les diagnostiquer. Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire, Université Saad Dahlab,Blida.P 12.
 - **BELZUNCES. LP., VANDAME. R., GU. X., 1996.** Modulation of honey bee thermoregulation by adrenergic compounds. *Neuroreport*vol.7. 1601–1605p.
 - **BERTRAND F., 2003.** Les maladies de l'abeille domestique (*Apis mellifica*) et leurs conséquences sanitaires en France. Th. Doc. Vét., Lyon, 190 p.
 - **BINON P., DIEL J.P., 2006.** Les maladies de la ruche. Pages extraites du livret de cours « Initiation et perfectionnement à l'apiculture » délivré par le GDSA 07, 11p.
 - **BIRI M., 2010.** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Ed. De Vecchi. Paris.pp.302.14-101p.
 - **BOECKING O, SPIVAK M., 1999.** Behavioral defenses of honey bees against *Varroa jacobsoni*Oud..*Apidologie*, 30, 141-158 P.
 - **BOECKING O. & GENERSCH E., 2008.** Varroosis- the Ongoing Crisis in BeeKeeping. *J. Verbr. Lebensm*, 2 : 221 – 228p.
 - **BOGDANOV S., 2006.** Contaminants of bee products..*Apidologie*, 38 (1): 1-18p.
 - **BOOT W.J, SCHOENMAKER J., CALIS J. & BEETSMA J., 1995.** Invasion of *Varroa jacobsoni* into drone cells of honeybee *Apis mellifera*. *Apidol*, 26 : 109-18p.
 - **Boot W.J., Calis J.N.M., Beetsma J., 1995.** Does time spent on adult bees affect reproductive success of *Varroa* mites? *Entomol. Exp. Appl.*, 75 :1-7p.
 - **BORCHERT A., 1970.** Les maladies et parasites des abeilles. Ed: VIGOT FRERES Editeurs.pp 17.
 - **BORNEECK R., 1991.** Maladies des abeilles en liaison avec la varroase. Santé de l'abeille n° 126, pp: 12-15.
 - **BOUCHER C., 2009** - Bilan de la mortalité hivernale 2008-2009 au sein des colonies d'abeilles du Québec d'après le sondage postal effectué au printemps 2009. *Bull. zoosanitaire*, 65 : 1 - 8.
 - **BOUCHER C., 2009.** Bilan de la mortalité hivernale 2008-2009 au sein des colonies d'abeilles.[Http://www.agrireseau.qc.ca/apiculture/documents/Enquete](http://www.agrireseau.qc.ca/apiculture/documents/Enquete).

- **BOWEN-WALKER P.L., MARTIN S.J. & GUNN A., 1999.** The transmission of Deformed Wing Virus between honeybees (*Apis mellifera* L.) by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni*. *J. Invertebr. Pathol*, 73 : 101 – 106p.
- **BRODSCHNEIDER R., MOOSBECKOFER R., CRAILSHEIM K., 2010** Surveys as a tool to record winter losses of honey bee colonies: a two year case study in Austria and south Tyrol. *Journal of Apicultural Research* 49(1); 23 – 30.
- **BROUWERS EV; EBER R ; BEETSMA J., 1987.** Behavioural and physiological aspects of nurse bees in relation to the composition of larval food during caste differentiation in the honeybee. *J. Apicult. Res.*, vol. 26. 11-23p.
- **BUTTEL REEPEN H., 1906.** *Apistica. beitrage zur systematic biologie, sowie zur geschichtlichen und geographischen verbreitung der honigbiene (Apis mellifera L.), ihrer varietaten und der anderen Apis-arten.* Veroff . Muséum. Berlin. Zoology, 201p.

C

- **CAILLAS A., 1974.** le rucher des rapports et les produits de la ruche, *Encyclopedie pratique d'apiculture*, Paris, 9eme Ed. Syndicat National d'apiculture , PP955-129
- **CALDERONE N.W. et SPIVAK M., 1995.** Plant extracts for control of parasitic mite *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) in colonies of the western honey bee (Hymenoptera: Apidae). *J. Economic Entomology*, 88: 1211-1215.
- **CARON D. M., 1999.** Honey bee biology and beekeeping. Wicwas Press, LLC. Cheshire, CT. 355p.
- **CATAYS G., 2016.** Contribution à la caractérisation de la diversité génétique de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France : cas du locus *csd* de détermination du sexe. Thèse Doctorat en Médecine Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 314 p.
- **CHAPLEAU J.P., 2003.** Varroase: développement d'une stratégie de lutte intégrée et sélection pour la résistance de l'abeille. Congrès annuel de la fédération des apiculteurs du Québec. 41p.
- **CHAPLEAU J.P., 2006.** Le plateau anti-Varroa, un outil merveilleux dans une stratégie de lutte intégrée. Rapport final du ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec. Canada, 20p.
- **CHARPENTIER G., 2013.** Étude des effets létaux et sublétaux d'une intoxication au thymol sur le développement et l'immunité des larves d'*Apis mellifera* élevées in vitro. Thèse doctorat, université de Toulouse, 181p.

- **CHARRIERE J –D et IMDORF A., 2003.**Méthodes de luttés alternatives contre le varroa, Centre Suisse de recherche apicoles, Station de recherche laitières, liebefeld, CH-3003, Berne. 14-68p.
- **CHARRIERE J.D., MAQUELIN C., IMDORF A. et BACHOFEN B., 1998.** Qu'elle proportion de la population de Varroa prélève t-on lors de la formation d'un nuclé. Revue Suisse d'apiculture 95(6) 217-221 p.
- **CHUZAT M.P., CARPENTIER P., MADEC F.,BOUGEARD S., COUGOULE N., DRAJNUDEL P., CLEMENT M.C ., AUBERT M., FAUCON J.P., 2005.**The role of infectious agent's parasites in the health of honey bee colonies in France. Journal of Apicultural Research and Bee World, 49 :31-39p.
- **CLEMENT. H., 2015.** Créer son rucher. Edition Rustica, Paris. P 111.
- **COLIN M.E., 1982.** La varroase. Rev.sci.tech.off. int. Epiz. 1 (4), 1177-1189p.
- **COLIN M.E., 1989.**Pouvoir pathogène de Varroa jacobsoni et conséquences pour la conduite du traitement de la varroatose de l'abeille. RevSci Tech Off Int Epiz. ; 8(1): 221-26. d'Oran. 202 p.

D

- **DA SILVA-CRUZ A., DA SILVA-ZACARIN E.M.C., BUENO O.C. and MALASPINO. 2010.** Morphological alterations induced by boric acid and fipronil in the midgut of worker honeybee (*Apis mellifera* L.) larvae: morphological alterations in themidgut of *A.mellifera*. *Cell. Biol. Toxicol.*, 26:165 – 176p.
- **Daniel Y., 1983.**le pollen.Ed .mloine.6eme édition. Paris. 11-17p.
- **DE GUZMAN, L.I. et DELFINADO-BAKER, M., 1996.** A new species of Varroa (Acari:Varroidae) associated with *Apiskoschevnikovi*(Apidae: Hymenoptera) in Borneo. *Int. J. Acarol.* 22, 23-27p.
- **DE JONG D., DE ANDREA R. et CONCALVES L.S., 1982.** A comparative analysis of shaking solutions for the detection of *Varroa jacobsoni* adult honey bee. *Apidologie* 13 : 297-306p.
- **DEFAVAUX M., 1984.** Les acariens et les insectes parasites et prédateurs des abeilles *Apis mellifica* intermissa en Algérie. *Bull. Zool. agric.INA* n°8, 13-2 21p.
- **DELFINADO-BAKER M. et BAKER E.W., 1984.** Notes on honey bee mites of the genus *Acarapis hirst* (Acari: Tarsonemidae). *Internat. J. Acarol.* 8 :211-266P.
- **DELFINADO-BAKER, M.et AGGARWAL, K., 1987.** A new Varroa (Acari: Varroidae) from the nest of *Apiscerana*(Apidae). *Int. J. Acarol.*13, 233–237p.

- DEPAUW E., 2006** - Le dépérissement de l'abeille domestique, *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera : Apidae) : faits et causes probables. *Notes fauniques Gembloux*, 59 (1) : 3 - 21.
- **DEVLIN M. S., 2001.** Comparative analyses of sampling methods for Varroa mites (*Varroa destructor*) on Honey bees (*Apis mellifera*). M. Sc. Thesis. Simon Fraser University. 52pp.
 - **DI PRISCO G, PENNACCHIO F, CAPRIO E, BONCRISTIANI HF Jr, EVANS JD, CHENY., 2011.** *Varroa destructor* is an effective vector of Israeli acute paralysis virus in the honeybee, *Apis mellifera*. *J. Gen. Virol.*, 92, 151-155P.
 - **DIMOV V., IVANOVSKA N., MANOLOVA N., BANKOVA V., NIKOLOV N., POPOV S., 1991.** Immunomodulatory action of propolis Influence on antiinfectious protection and macrophage function. *Apidologie*, 22 :155–162 P.
 - **DONZÉ G., FLURI P., IMDORF A., 1998a** - Pourquoi les Varroa s'accouplent-ils si souvent ? Centre Suisse de Recherches Apicoles, 6p.
 - **DONZÉ G., FLURI P., IMDORF A., 1998b.** Un si petit espace, une si grande organisation, la reproduction de Varroa dans le couvain operculé de l'abeille. Centre Suisse de Recherches Apicoles, 8p.
 - **DONZÉ G., GUÉRIN PM., 1994.** Behavioral attributes and parental care of Varroa mites parasitizing honeybee brood. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 34, 305-319 p.
 - **DREUX P., 1980.** Précis d'écologie. Ed. Presses Univ. France, Paris, 231p.

E

- **ENGEL MS., HINOLOSA-DÍAZ IA., RASNITSYN AP., 2009.** A honey bee from the Miocene of Nevada and the biogeography of *Apis* (Hymenoptera: Apidae: Apini). *Proceedings of the California Academy of Sciences*. Vol.60.23-38p.
- **EVANS JD, ARONSTEIN K, CHEN YP, HETRU C, IMLER J-L, JIANG H et al. (2006).** Immune pathways and defense mechanisms in honey bees *Apis mellifera*. *Insect Mol. Biol.*, 15, 645-656p.

F

- **FAUCON et FLECHE SEBAN., 1988.** La varroatose. L'abeille de France n°729, 338-347p.
- **FAUCON J.P., 1992.** Précis de pathologie. Connaitre et traiter les maladies de l'abeille. Edition CNEVA, 512p.
- **FAUCON J.P., 2003.** La Varroatose. La santé de l'abeille, 194 : 15 – 19p.

- **FERNANDEZ N ET COINNEAU Y., 2007.** Maladies, parasites et d'autres ennemis de l'abeille domestique. Ed Atlantica, p255.
- **FERNANDEZ N., COINEAU Y., 2002.** Varroa, tueurs d'abeilles. Bien le connaître, pour mieux le combattre. Edition Atlantica, Biarritz, France, p 237.
- **FERT A., 1999.** L'élevage des reines, Ed. Argentan, O.P.I.D.A., 72p.
- **FETTAL M., 1996.** Réflexion sur l'évolution et les perspectives de relance de l'apiculture par le biais de sélection, Bull. Tech. ITPE. PP 15-16p.
- **FLURI P., 2003.** Directive de lutte contre les maladies des abeilles. Centre de recherche apicole, station fédérale de recherche laitières 39p.
- **FLURI P., 1994.** Réflexions des chercheurs en apiculture sur la régulation de la durée de vie des ouvrières. *Journal suisse d'Apiculture*. vol. 91. 19-27p.
- **FRERES JM ; GUILLUME JC., 2011.** L'apiculture écologique de A à Z. nouvelle Ed. marcopietteur. pp.816.119-142p.
- **FRIEDLER L., 1987.** Assessment of chronic toxicity of selected insecticides to honeybee. *J. Apic. Res.*, 26: 115 – 122p.
- **FRIES I., CAMAZINE S., 2001.** Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology. *Apidologie*, 32, 199-214.
- **FRIESI, 1995.** Nosemaapis. a parasite in the honey bee colony. *Bee World* 74 : 5-19p.
- **FUCHS S., 1985.** Quantitative diagnosis of the infestation of bees hives by *Varroa jacobsoni* Oud - and distribution of the parasitic mite within the hives. *Apidologie* 16: 343-367p.

G

- **GALLAI N., SALLES J.M. & VAISSIERE B.E., 2009.** Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *EcolEconom*, 68: 810-21p.
- **GEKKER G., HU S.X., SPIVAK M., LOKENSGARD J.R., PETERSON P.K., 2005.** Anti-HIV-1 activity of propolis in CD4 (+) lymphocyte and microglial cell cultures. *J. Ethnopharmacol.* 102 :158–163p.
- **GERIC L., 1987** - Le vampirisme des varroas observé sur une larve des abeilles avec l'appareil photographique. *L'abeille de France* n°736, pp : 124-125.
- **GERIC L., 1989.** Le vampirisme des varroas observé sur une larve des abeilles avec l'appareil photographique. *L'abeille de France* n°736, pp : 124-129.

- **GONZALES-PORTO A.V., BARRIOS L., MEANE A., BERNAL J.L. and DEL NOZAL M.J., 2009** - A preliminary study of the epidemiological factors related to honey bee colony loss in Spain. *Environ. Microbiol. Reports.*, 2 : 243 – 250.
- **GOODWIN M ET VANEATON C., 2001.** Control of Varroa, a guide for New Zealand Beekeepers:40-52p.
- **GREGORC A. and ELLIS J.D., 2011.** Cell death localization in situ in laboratory reared honey bee (*Apis mellifera* L.) larvae treated with pesticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 99: 200 – 207p.
- **GREGORC A., ALBURAKI M., SAMPSON B., KNIGHT P.R. et ADAMCZYK J., 2018.** Toxicity of Selected Acaricides to Honey Bees (*Apis mellifera*) and Varroa (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) and Their Use in Controlling Varroa within Honey Bee Colonies. *Insects* 9, 55.
- **GROBOV OF., 1976.** La varroase de l'abeille mellifère. *Apiacta*, 11, 145-148p.
- **GUERZOU M ET NADJI N., 2002.** Etude comparative entre quelques miels locaux et autres importés, mémoire d'ingénieur en agronomie. Univ. Ziane Achour de djelfa. Alger.pp.184p.

H

- **HABBI-CHERIF A., 2015.** Etude de la dynamique du parasite *Varroa destructor* de l'abeille domestique (*Apis mellifera*) et évaluation de l'efficacité de quelques huiles essentielles dans la lutte contre ce parasite. Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri, TiziOuzou.78p
- **HACCOUR, P., 1960.** Recherche sur la race d'abeille saharienne au Maroc. *Compt. Rend. Soc. Sci. Nat. Maroc*, 6, 96-98p.
- **HADDAD, N.J., LOUCIF-AYAD, W., ADJLANE, N., DEEPTI, S., RUSHIRAJ, M., VENKATESH, K., BANAN. A., BATAINH, A.M., MUGASIMANGALAM, R., 2015.** Draft genome sequence of the Algerian bee *Apis mellifera intermissa*. *Genomics Data*. Vol. 4. 25–24p.
- **HAUBRUGE É., NGUYEN B.K., WIDART J., THOME J-P., FICKERS P. et DEPAUW E., 2006.** Le dépérissement de l'abeille domestique, *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera : Apidae) : faits et causes probables. *Notes fauniques Gembloux*, 59 (1) : 3 - 21.
- **HAYDAK M.H., 1970.** Honeybee nutrition. *Anim. Rev. Entomol.*, 15:143 – 156p.

- **HENNEBELLE., 2010.** L'abeille In Doc apiculture. [en ligne].Disponible sur : [http://dhennebelle.perso.sfr.fr/docapi.htm # Toc22802410](http://dhennebelle.perso.sfr.fr/docapi.htm#Toc22802410).Consulté le : 04/06/2021
- **HIGASHI K. O., DE CASTRO S. L., 1995.** Effect of different formulations of propolis on mice infected with *Trypanosoma cruzi*. *J. Ethnopharmacology* 46, 55-8.

I

- **IFANTIDIS M.D., 1988.** Some aspects of the process of *Varroa jacobsoni* mite entrance into honey bee (*Apis mellifera*) brood cells. *Apidologie*, 19 (4): 387 – 396p.
- **IMDORF A., BOGDANOV S., RUBEN IBA A. et CALDERONE N.W., 1999.** Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. *Apidologie* 30, 209-228

J

- **JACOPO WERTHER., 2010.** *Varroa destructor*, Acari of Belgium,Focus stacking images of Arachnida ,Research at Université catholique de Louvain .pp.
- **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*. vol. 23.1-5p.

K

- **KANGA LHB., JAMES RR., BOUCIAS DG., 2002.** *Hirsutiellathompsonii* and *Metarhiziumanisopliae* as potential microbial control agents of *Varroa destructor*, a honey bee parasite. *J. Invertebr. Pathol.*, 81, 175-18p.
- **KLEIN, A., M. VAISSIERE, B. E., CANE, J. H., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S. A., KREMEN, C., & TSCHARNTKE, T., 2006.** Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B :biological sciences*, 274(1608), 303-313p.
- **KOTTHOFF U., WAPPLER T., ENGEL M., 2011.** Miocene honey bees from the Randeck Maar of southwestern Germany (Hymenoptera, Apidae) pp.
- **KOTWAL S. et ABROL D.P., 2013.** Evaluation of essential oils and cultural practices for the management of *Varroa destructor*. *The Bioscan* 8(1) : 15-20p.

L

- **LACORDAIRE., Théodore., 1834.** Introduction à l'entomologie : comprenant les principes généraux de l'anatomie et de la physiologie des insectes, des détails sur leurs moeurs et un résumé des principaux systèmes de classification proposés jusqu'à ce jour ces animaux. S.l. : Roret.
- **LACUBE,J.,2015.** L'ABC de l'apiculture, Edition Rustica, p.223.

- **Le CONTE Y et NAVAJAS M., 2008.** Changements climatiques : impact sur les populations d'abeilles et leurs maladies. *Rev. sci. Tech. Off. int. Epiz.*, 2008, 27 (2), 485-497p.
- **LE CONTE Y., 2002.** Mieux connaître l'abeille. Le traité Rustica de l'apiculture. Rustica éditions. Paris, 12-84.
- **LE CONTE Y., 2002.** l'abeille dans la classification des insectes. *Abeille&fleurs*. n°628, p 15.
- **LE CONTE Y., 2011.** 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. Ed. Rustica. Paris. pp.527. 12-83p.
- **LE CONTE Y., NAVAGAS M., 2008.** Changements climatiques : impact sur les populations d'abeilles et leurs maladies, 485-497p.
- **LHOMME M., 1990.** *Varroa jacobsoni* (Oudemans 1904) : morphologie, biologie et étude spécifique du système respiratoire et du comportement. Thèse de Doctorat Vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Nantes, 85p.
- **LODESANI M. and COSTA M., 2005.** Limits of chemotherapy in beekeeping: development of resistance and the problem of residues. *Bee World*, 86:102 -109.
- **LOUCIF-AYAD, W., ARIBI, N., SMAGGHE, G., et SOLTANI, N., 2010.** Comparative effectiveness of some acaricides used to control *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in Algeria. *AfricanEntomology*, 18 (2): 259–266.
- **LOURI B., BOUCHETTA N., 2017.** Etude des pratiques de l'élevage apicole et du péril menaçant la survie des abeilles dans la région centre nord de l'Algérie. Projet de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Docteur Vétérinaire, Université Saad Dahlab- Blida I, 34 p.
- **LOUVEAUX J., 1985.** Les abeilles et leur élevage. 2eme édition O.P.I.D.A, Paris, 36-5p.

M

- **MARCHENAY P ET BERARD L., 2007.** L'homme, l'abeille et le miel. Ed. Borée. Paris. pp.223.
- **MARTIN C., PROVOST E., ROUX M., BRUCHOU C., CRAUSER O., CLÉMENT J.J., LECONTE Y., 2001.** Resistance of the honey bee, *Apis mellifera* to the acarian parasite *Varroa destructor* behavioural and electroantennographic data. *PhysiologicalEntomology*, 26: 362-370p.

- **MARTIN S., 1998.** A population model for the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *EcologicalModelling*109 : 267-281p.
- **MARTIN S.J., 1994.** Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L. under natural conditions. *Exp. Appl. Acarol.*, 18, : 87-100p.
- **MARTIN S.J., 2003.** Veterinary drug residues in honey. *Apiacta*, 38: 23 – 23p.
- **MAURIZIO A., 1946.** Beobachtungen über die Lebensdauer und FutterverbrauchgefangengehaltenenBienen. *BeihfteSchweis. Bienen. Ztung.*, 2: 1 – 48p.
- **MEDORI P ET COLIN ME., 1982.** Les abeilles comment les choisir et les protéger de leurs ennemis. Ed. J.B. Baillièrè. Paris. pp.129.5-27p.
- **MEKAOUI S., 2018.** Etude de l'effet acaricide des deux huiles essentielles contre l'acarien *Varroa destructor* parasite de l'abeille domestique (*Apismellifera*). Master en sciences agronomiques, université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. P 34.
- **MICHENER CD., 2000.** The Bees of the World. The Johns Hopkins University Press.pp.807.
- **MONDET F., MAISONNASSE A., KRETZSCHNAR A., ALAUX C., VALLON J., BASSO B., DANGLEAUX A., LE CONTE Y., 2016.** *Varroa* –son impact, les méthodes d'évaluation de l'infestation et les moyennes de luttès. *Innovation agronomique* 53, 63-80p.
- **MONZOTE F.L., ALARCÓN O., SETZER W. N., 2011.** Activity of Cuban propolis extracts on *Leishmania amazonensis* and *Trichomonas vaginalis* *Nat. Prod. Commun.*, 6(7) : 973-976p.
- **MORRISON A., 2013.** Le guide de l'apiculteur amateur. Edition originale publiée aux Etats Unis par STOREY PUBLISHING LLC. P25-50.
- **MURAD J.M., CALVI S.A., SOARES A.M., BANKOVA V. ET SFORCIN J.M., 2002.** Effects of propolis from Brazil and Bulgaria on fungicidal activity of macrophages against *Paracoccidioides brasiliensis*. *J Ethnopharmacol.* 79(3) :331-441p.

N

- **NAIR, S., 2014.** Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels algériens. Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de doctorat en Biologie. Université d'Oran. 202p
- **NAZZI F., MILANI N., DELLA VEDOVA G., 2004.** A semiochemical from larval food influences the entrance of *Varroa destructor* into brood cells. *Apidologie*, 35 :403-410p.

- **NEUMANN P. and CARRECK N.L., 2010** - Honey bee colony losses. *J. Apic. Res.*, 49: 1 - 6.
- **NOUFEL A., 2015.** Impact de l'ectoparasite sur la structure de la cuticule de l'abeille domestique *Apis mellifera* intermissa. Université KASDI MERBAH OUARGLA. P48

O

- **OLDROYD, B. P., 1999.** Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees. *Trends Ecol Evol*, 14(8), 312-315p. doi:10.1016/s0169-5347(99)01613-4p.
- **OLLERTON, J., PRICE, V., ARMBRUSTER, W. S., MEMMOTT, J., WATTS, S., WASER, N. M., ET TARRANT, S., 2012.** Overplaying the role of honey bees as pollinators: a comment on Aebi and Neumann (2011). *Trends in Ecology and Evolution*, 27(3), 141p.
- **OTIS GW et SCOTT-DUPREE CD., 1992.** Effects of tracheal mites (*Acarapis woodi* (Rennie)) on overwintered colonies of honey bees (*Apis mellifera* L) in New York. *J Econ Entomol* 95 (1) 40-46. (Paul Sabatier), 186p.

P

- **PAGE RE, PENG CY., 2001.** Aging and development in social insects with emphasis on the honey bee, *Apis mellifera* L.. *Exp. Gerontol.*, **36**, 695-711p.
- **PEACOCK P., 2008.** Apiculture. Ed. Marabout. pp.144.
- **PELLETIER N., 2010.** Le déclin des populations d'abeilles au Québec : causes probables, impacts et recommandations. Centre universitaire de formation en environnement Université de Sherbrooke, Québec, 77 p.
- **PHAM-DELEGUE MH., 1999.** Les abeilles. Ed. Genève. Minerva. 206 p.
- **PHILIPPE J., 2007.** Le guide de l'apiculteur, La compagnie des éditions de la Lesse, France, pp.
- **PROST J.P., 1990.** Apiculture: connaître l'abeille-conduire le rucher. 6ème édition. Edition Bailliére. 579pp.
- **PROST J.P., LE CONTE Y., 2005.** Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher. Ed Lavoisier, Paris, 698p
- **Prost JP., 2005.** Apiculture : Connaître l'abeille. Conduire le rucher. Ed. J.B. Bailliére. 7^e édition revue et complétée par Le conte Y. pp. 698.

R

- **RAMADE F, 2003.** Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. 3ème édition Dunod, Paris, pp.99- 106.

- **RAMADE F., 1984.** Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed . MC GRAW HILL, Paris, 397 p.
- **RAMADE F., 1990.** Conservation des écosystèmes méditerranéenne, enjeux et précipitation, Ed. Economica, Paris, PP3-144.
- **RAVAZZI G., 2007.** Abeille et apiculture. Ed. Vecchi. Paris. pp. 159.12-39p.
- **RITTER, W., AND F. RUTTNER., 1981.** Development of *Varroa jacobsoni* populations in Hessen. Apidologie 12 : 73-75p.
- **ROBAUX P., 1986.** Varroa et Varroatoose. Edition Oppida, 238p.
- **RODRIGUEZ M., GERDING M., FRANCE A., 2009.** Selection of entomopathogenic fungi to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). Chil. J. Agri. Res., 69, 534-540p.
- **ROSENKRANZ P.A., PIA AUMEIER B., ZIEGELMANN B., 2010.** Biology and control of *Varroa destructor*. Journal of Invertebrate Pathology 103 : 96–119p.
- **Rueppell, O., Fondrk, M. K., & E Page, R., 2005.** Biodemographic analysis of male honey bee mortality. *Agingcell*, 4(1), 13-19.
- **RUTTNER F., 1968.** Les races d'abeilles, in : -traité de Biologie de l'abeille- (Chauvin R., éd.), Masson, Paris, T-1, pp. 27-44.
- **RUTTNER F., 1988.** *Biogeography and Taxonomy of the Honeybee*, New York : Springer-Verlag, 284p.

S

- **SCHULZ, A. E., 1984.** Reproduction and population-dynamics of the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud - and its dependence on the brood cycle of its host, *Apis mellifera*. Apidologie 15: 401-419p.
- **SEELEY T.D., 2002** - The effect of drone comb on a honey bee colony's production of honey. Apidologie, 33: 75 – 86p.
- **SIMONEAU –A D.M.V., 2004** -La varroas, MAPAQ-CQIASA, laboratoire de pathologie animale, l'assomption. 1-10p.
- **SMIRNOV A.M., 1978.** Research results obtained in USSR concerning etiology, pathogenesis, epizootiology, diagnosis and control of varroa disease. Apiacta, 13:149-162p.
- **STARKS PT, BLACKIE CA, SEELEY TD., 2000.** Fever in honeybee colonies. *Naturwissenschaften*, 87, 229-231p.

T

- **TENTCHEVA D., GAUTHIER L., JOUVE S., CANABADY-ROCHELLE L., DAINAT B., COUSSERANS F., COLIN M.E., BALL B.V. & BERGOIN M., 2004.**

Polymérase Chain reaction détection of deformed wing virus (DWV) in *Apis mellifera* and *Varroa destructor*. *Apidologie*, 35 : 431 – 440p.

- **TERZO M ET RASMONT P., 2007.** L'apiculture, univ. mons-halnut. Laboratoire de zoologie.
- **THOMPOSON H.M., WILKINIS S., BATERSBY A.H., WAITE R.J. and WILKINSON D., 2005.** The effects of four insect growth-regulating (IGR) insecticides on honeybee (*Apis mellifera* L.) colony development, queen rearing and drone sperm production. *Ecotoxicology*, 14: 757 – 769p.
- **TOUMANOFF.C., 1951.** Les maladies des abeilles « Rev.Fra.Ang d'apic n° 08.325p.
- **TSAGOU V, LIANOU A, LAZARAKIS D, EMMANUEL N, AGGELIS G., 2004.** Newly isolated bacterial strains belonging to Bacillaceae (*Bacillus* sp.) and Micrococcaceae accelerate death of the honey bee mite, *Varroa destructor* (V. Jacobsoni), in laboratory, 253p.

V

- **VAN ENGELSDORP D., HAYES J., CARON D. and PETTIS J., 2010** – Preliminary results: honey bee colonies losses in the U.S., winter 2009-2010. *COLOSS Work Shop, Standars on monitoring & positive feed-back loops between scientists and beekeepers, 14TH to 16TH June 2010, Ankerhus, Slagelsevej, p. 12.*
- **VISSCHER K., 1983.** The honey bee way of seath: necrophoricbehaviour in *Apis-mellifera* colonies. *Animal behaviour*, **31**, 1070-1076 p.
- **VONFRISCHI K., 2011.** Vie et moeurs des abeilles. Editions Albin Michel, Paris,21-66

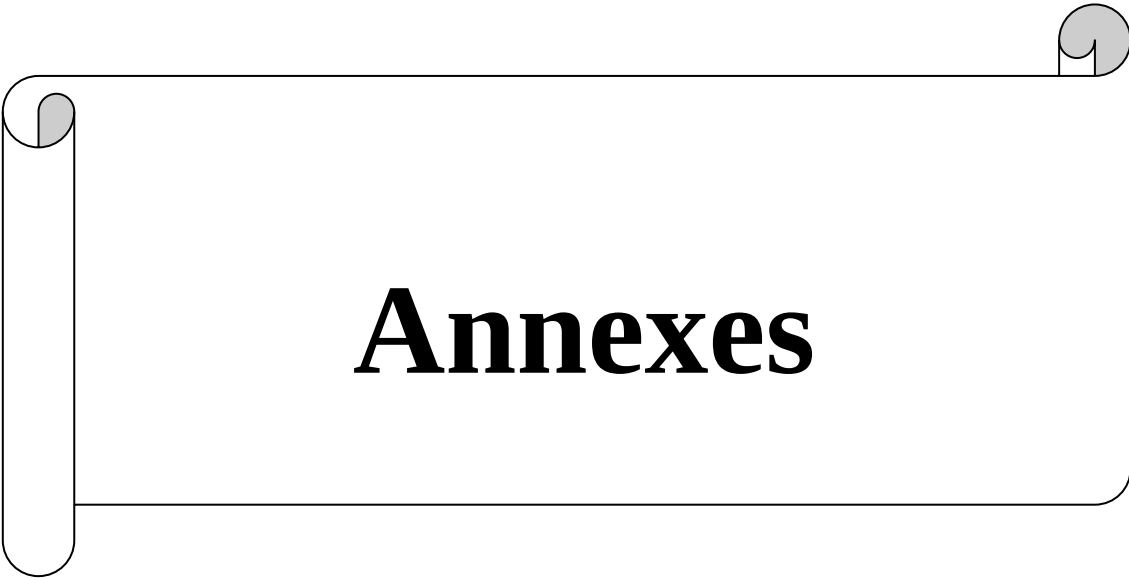
W

- **WAHL O. and ULM K., 1983** - Influence of pollen feeding and physiological condition on pesticide sensitivity of the honey bee *Apis mellifera carnica*. *Oecologia*, 59: 106 - 128.
- **WENDLING S., 2014.** Les particularités de la reproduction de *Varroa destructor*, Agent de la varroas de l'abeille domestique. Perspective de lutte. 16-85p.
- **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. pp. 190.
- **WILFERT, L., LONG, G., LEGGETT, H. C., SCHMID-HEMPEL, P., BUTLIN, R., MARTIN, S. J. M. & BOOTS, M., 2016.** Deformed wing virus is a recent global epidemic in honeybees driven by *Varroa* mites. *Science*, 351, 594-597p.

- **WILKINSON D., 2005.** The effects of four insect growth-regulating (IGR) insecticides on honeybee (*Apis mellifera* L.) colony development, queen rearing and drone sperm production. *Ecotoxicology*, 14: 757 – 769p.
- **WILSON, E.O., 1971.** The insect societies. Harvard Univ. Press. Cambridge.
- **WINSTON ML., 1993.** La biologie de l'abeille. Traduit de l'anglais par G. Lambermont. Ed. Frison Roche. Paris. pp.276.

Y

- **YANG E.C., CHUANG Y.C., CHEN Y.L. and CHANG L.H., 2008** – Abnormal foraging behavior induced by sublethal dosage of imidacloprid in the honey bee (Hymenoptera: Apidae). *J. Econ. Entomol.* 101: 1743 – 1748p.
- **YANG X. and COX-FOSTER D.L., 2005.** Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: evidence for host immunosuppression and viral amplification. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 102: 7470 – 7475p.



Annexes

ANNEXE 1 : Questionnaire

Enquête : la situation sanitaire de cheptel apicole dans la région de Tizi-Ouzou

Cette enquête (ce questionnaire) est réalisée dans le cadre de préparation de Master en Parasitologie

Identification de l'exploitant

- Votre Région.....
- Quel est votre âge.....
- Sexe : masculin ☐ Féminin ☐
- Niveau d'études : universitaire ☐ moyen ☐ sans ☐ autre (lequel) ☐
- Quelle est votre activité ? Agriculteur ☐ Fonctionnaire ☐ Autre ☐
Si c'est autre, précisez.....
- Depuis quand exercez-vous cette activité....
- Avez-vous suivi une formation en apiculture ? Oui ☐ Non ☐
Si c'est oui, laquelle et précisez sa durée ?.....
Si c'est non, pourquoi ?.....
- L'apiculture est-elle pour vous : Une tradition familiale ☐ Passion ☐
Source de revenu ☐ Autre ☐
Si c'est autre, précisez :
- L'apiculture est votre activité : Principale ☐ Secondaire ☐ Unique ☐

I. Renseignement sur l'exploitation (rucher)

II.1. Identification de l'exploitation :

- Origine des ruches ? Héritage ☐ Achat ☐ Autre ☐
- Si c'est autre, précisez
- Combien de ruche avez-vous ? au départ : Et actuellement :
- Quelle est la distance entre les ruches ? 1m ☐ 2m ☐ 3m ☐ ou plus (précisez) ☐
- Combien de ruchers avez-vous ?.....
- Quelle est la distance entre eux ?.....
- Combien de ruches par ruchers ?.....
- Votre rucher (ou vos ruchers) est (sont) en : montagne ☐ verger ☐ forêt ☐
milieu urbain ☐ Ou autre ☐ précisez.....
- Le rucher est-il loin des habitations ? Oui ☐ Non ☐
- Si c'est non, quelle est la distance ?.....

- Le rucher est-elle bien ensoleillée ? Oui ☐ Non ☐
- Y a-t-il d'autres ruchers aux alentours de votre rucher ou vos ruchers ? Oui ☐ non ☐
- Si oui combien ?..... Et quelle est la distance qui les sépare de votre rucher ?.....
- Quelles sont les principales plantes mellifères (cultivées ou sauvages) qui se trouvent aux alentours de votre rucher ?.....
- Vous exploitez des ruches ? Traditionnelle ☐ Moderne ☐
Si elles Modernes ; sont-elles de type : Langstroth ☐ Dadant ☐
- Quel est l'orientation du trou de vol des ruches ? Est ☐ Sud ☐ Nord ☐ Ouest ☐ Sud Est ☐
- Les ruches sont déposées sur des : Supports métalliques ☐ Parpaings ☐ ou autres (le quel ?) ☐...
- Par quoi les ruches sont-elles protégées contre les intempéries ?
- La couleur de vos abeilles est-elle : Noire ☐ Jaune ☐ Mélange des deux couleurs ☐

II.2. Conduite générale du rucher

- Utilisez-vous des nourissements stimulants ? Oui ☐ Non ☐
A quelle période de l'année.....Quelle est la durée la dose et la fréquence de la distribution.....
- Utilisez-vous des nourissements massifs ? Oui ☐ Non ☐
A quelle période de l'année ?Quelle est durée, la dose et la fréquence de la distribution ?
- Utilisez-vous du candi ou du sirop ? Candi ☐ Sirop ☐
Si c'est du sirop, quelle est la qualité de sucre utilisé ? Sucre blanc ☐ Sucre blanc déclassé ☐ Sucre roux ☐ Autre ☐ précisez
- Introduisez-vous d'autres produits (plante ou autre) dans le sirop ? Oui ☐ Non ☐
Si c'est oui, précisez :.....Si c'est du candi que vous utilisez, de quoi il est composé
- Sur combien de cadres hivernent vos colonies ?.....
- Quand est ce qu'effectuez-vous la première visite du printemps ?.....
- Nettoyez-vous les plateaux au début de chaque printemps ? Oui ☐ Non ☐
- Changez-vous les ruches au début de chaque printemps ? Oui ☐ Non ☐
- Renouvelez-vous régulièrement les cadres de vos ruches ? Oui ☐ Non ☐
Si oui, à quelle période et dans quel cas ?
- Qu'elle est la durée des cadres bâtis de vos colonies ?
- Qu'il est le devenir de la cire usée ?.....

- Vous renouvelez les reines : Chaque année ☐ Chaque deux années ☐ Plus ☐
- Quelle est l'origine des reines utilisées pour le renouvellement ? De votre propre élevage
Achat ☐ ☐
- Pratiquez-vous l'essaimage ? Oui ☐ Non ☐
Dans quel but ? Vente ☐ Extension du rucher ☐ Autre ☐ Si c'est autre précisez :
- Combien produisez-vous d'essaims par ruche ?
- Que produisez-vous de vos ruches ? Miel ☐ Pollen ☐ Gelée royale ☐ Propolis ☐
Cire ☐ Essaims ☐ Reines ☐
- Pratiquez-vous la transhumance ? Oui ☐ Non ☐
Si oui, indiquez le lieu et la période de la transhumance ? Quelle est la distance entre vos ruches transhumées et les autres ruchers trouvés sur place ?
- Comment à évoluer votre rucher ces dernières années Nombre stable ☐
Augmentation ☐ Diminution ☐
Si en diminution, pourquoi ? Maladies ☐ Climat ☐ Manque de provisions ☐
Autre ☐ Si c'est autre, précisez : ...

II. Situation sanitaire des colonies d'abeilles

- Les cultures qui dominent vos emplacements sont-elles traitées par les produits chimiques ? Oui ☐ Non ☐
- Si c'est oui, constatez-vous des mortalités de vos abeilles ? Que-ce-que vous faites à ce moment-là ?
- Y a-t-il une source de pollution aux alentours de vos ruches ? Oui ☐ Non ☐
Si c'est oui, cette source de pollution influe-t-il sur le développement de vos colonies ?
- Avez-vous en des problèmes sur votre cheptel Intoxication ☐ Attaques des guêpes ☐
Incendies ☐ Vol ☐ Autre ☐ Si c'est autre, précisez
- Le rendement de vos ruches a-t-il diminué ? Oui ☐ Non ☐
Cette diminution est due : Maladie ☐ Climat ☐ Autre ☐
Si c'est autre, précisez :
- Avez-vous enregistré des pertes anormales des colonies ? Oui ☐ Non ☐ Oui, indiquez le nombre de colonies perdues en Hivers ☐ Printemps ☐
Eté ☐ Automne ☐
Combien ? Et comment expliquez-vous ces pertes ?

- Quelles sont les maladies (ou ennemis) fréquentes dans vos colonies : Varroase ☐ Loque américaine ☐ Loque Européenne ☐ Couvain plâtré ☐ Nosémose ☐ Tache de diarrhée ☐ Fausse teigne ☐ Autre ☒ Si c'est autre, précisez.....
- Parmi ces maladies quelles sont les plus fréquentes ?.....A quelle période ?.....
- Reconnaissez-vous les maladies rencontrées au niveau de vos colonies ? Oui ☐ Non ☐ Si c'est non appelez-vous à un vétérinaire ? Oui ☐ Non ☐ Si c'est non, comment faites-vous pour les reconnaître ?.....
- Avez-vous fait des analyses pour les mortalités ? Oui ☐ Non ☐ Si oui, La période de prélèvement : Qui a fait le diagnostic ?.....Résultats :.....
- Avez-vous remarqué que votre miel est attaqué par un insecte ? Oui ☐ Non ☐ Lequel ?.....
- La varroase est-elle fréquente au niveau de vos colonies ? Oui ☐ Non ☐ Si c'est oui, comment vous la reconnaissez ?.....
- La contamination de vos ruches par le varroa est due à quoi ?.....
- Pour déterminer le niveau d'infestation de vos colonies utilisez-vous Les plateaux grillagés ☐ Constat visuel ☐ Autre (précisez) ☐
- Traitez-vous contre varroa chaque année ? Oui ☐ Non ☐
- Quels sont les traitements que vous utilisez Apistan ☐ Bayvarol ☐ Apivar ☐ Amitraz ☐ Autre ☒ Si c'est autre, précisez :.....
Quelle est la période de traitement.....
- Utilisez-vous une autre méthode de traitement ? Oui ☐ Non ☐ Si c'est oui, précisez :.....
- Avez-vous des ruches qui n'ont pas été (jamais) traité contre varroa ? Oui ☐ Non ☐ Si c'est oui, combien ?.....
- Sont-elles toujours bien développées ? Oui ☐ Non ☐ Si c'est oui, ont-elles été objet d'une sélection ? Oui ☐ Non ☐
- La fausse teigne est-elle fréquente au sein de vos colonies ? Oui ☐ Non ☐ Si c'est oui, quelles sont les causes ?..... Comment luttez-vous contre la fausse teigne ?.....
- Comment vous conservez les cadres bâtis : B401 ☐ Aération ☐ Autre ☐ Si c'est autre, précisez :
- Utilisez-vous des plantes pour traiter vos colonies contre n'importe quelle maladie ? Oui ☐ Non ☐ Si c'est oui, expliquez :.....
- Optez-vous pour la lutte chimique ou la lutte biologique ?.....

Pourquoi ?.....

- Qu'elle est à votre avis la maladie la plus dangereuse pour les abeilles ?.....

Pourquoi.....

- Qu'il est l'ennemi le plus dangereux pour les abeilles ?

Pourquoi ?.....

- Qu'ils sont les problèmes rencontrés pour le développement des colonies et de l'apiculture en général ?

ANNEXE2 : nombre de mortalité des varroas selon la dose en trois répétitions

	1 ^{er} répétition							2eme répétitions						3eme répétitions						
L'huile essentielle	Dosage (µl)	N° de varroa	Varroas mortes				Mortalité en %	N° varroa	Varroas morts				%	N° de varroa	Varroa mortes				Mortalité %	Moyennes des %
Le lentisque	/	/	1h	12H	24H	48h	/	/	1h	12H	24H	48H	/	/	1h	12H	24H	48H	/	/
	0.2	10	1	2	4	1	80%	10	1	6	2	0	90%	10	2	4	1	3	100%	90%
	0.5	10	6	2	2	0	100%	10	6	1	3	0	100%	10	6	2	1	0	90%	97%
	0.7	10	9	0	1	0	100%	10	6	3	1	0	100%	10	6	2	2	0	100%	100%
Laurier noble	0.2	10	4	6	0	0	100%	10	2	8	0	0	100%	10	4	6	0	0	90%	97%
	0.5	10	3	7	0	0	100%	10	3	7	0	0	100%	10	2	8	0	0	100%	100%
	0.7	10	6	4	0	0	100%	10	5	5	0	0	100%	10	5	3	2	0	100%	100%
Témoin	0.2	10	2	0	0	0	20%	10	0	2	0	1	30%	10	1	1	0	0	20%	23%
	0.5	10	0	0	0	0	0%	10	0	1	0	0	10%	10	0	0	0	1	10%	7%
	0.7	10	1	0	0	0	10%	10	0	1	0	1	20%	10	0	0	1	0	10%	13%

Annexe 3 : nombre de mortalité d'abeilles selon la dose en trois répétitions

Huiles essentiels		1 ^{er} répétition						2 ^{eme} répétition						3 ^{eme} répétition						/
	Dosage	N°	Abeilles mortes					N°	Abeilles mortes					N°	Abeilles mortes					Moyennes %
	/	/	1h	12h	24h	48h	%	/	1h	12h	24h	48h	%	/	1h	12h	24h	48h	%	/
Le lentisque	0.2	50	0	0	0	0	0,00%	69	0	0	1	1	2,90%	54	1	0	0	0	1,85%	1,58%
	0.5	55	0	0	3	5	14,55%	58	0	2	0	0	3,45%	65	0	1	0	0	1,54%	6,51%
	0.7	59	1	0	5	3	15,25%	70	0	0	6	1	10,00%	67	0	0	4	5	13,43%	12,90%
Laurier noble	0.2	70	0	0	5	10	21,43%	65	0	0	4	12	24,62%	65	0	0	9	12	32,31%	26,12%
	0.5	65	1	9	2	2	21,54%	68	0	0	3	11	20,59%	68	0	0	7	5	17,65%	21,48%
	0.7	72	0	3	17	8	38,89%	54	1	1	8	3	24,07%	57	0	4	9	3	28,07%	30,34%
Témoin	0.2	64	0	0	0	0	0,00%	67	0	0	0	0	0,00%	56	0	0	0	0	0,00%	0,00%
	0.5	57	0	0	1	0	1,75%	58	0	0	0	0	0,00%	54	0	0	0	0	0,00%	0,58%
	0.7	53	1	0	0	0	1,89%	68	0	1	1	0	2,94%	72	0	0	0	0	0,00%	1,61%

Annexe 04 : Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant la dose sur la mortalité du varroa.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
4.0	D3	2,5	A
3.0	D2	2,459	A
2.0	D1	1,999	A
1.0	D0	0,5	B

Annexe05 :Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'influence de la période d'étude sur la mortalité du varroa

F1 F3	LIBELLES	MOYENNE S	GROUPES HOMOGENES
2.0 2.0	H2 T2	4,75	A
1.0 1.0	H1 T1	3,833	A B
2.0 1.0	H2 T1	2,333	B C
1.0 2.0	H1 T2	2,085	B C
1.0 3.0	H1 T3	1,415	B C
1.0 4.0	H1 T4	0,333	C
2.0 3.0	H2 T3	0,168	C
2.0 4.0	H2 T4	0	C

Annexe 06 :Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'influence des huiles et sur la mortalité des abeilles.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
2.0	h2	3,581	A
1.0	H1	1,354	B

Annexe 07 :Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'influence de la période d'étude sur la mortalité des abeilles.

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
4.0	T4	4,748	A
3.0	T3	4,166	A
2.0	T2	0,833	B
1.0	T1	0,124	B

Résumé

L'abeille *Apis mellifera* est sujette à un déclin massif qui représente une menace sérieuse ces dernières années.

Lors de cette étude, une enquête sur l'état sanitaire du cheptel apicole a été réalisée auprès de 44 apiculteurs de la wilaya de Tizi Ouzou. Les résultats révèlent que les différentes pathologies (68%), le climat (58%) ainsi que l'utilisation des pesticides (25%) sont les principaux problèmes qui affectent les élevages. (16%) des apiculteurs ont déclaré que leurs colonies sont en état de diminution.

La varroase est largement répandue dans toutes les régions étudiées et elle est présente dans la totalité des ruchers (100%), suivie par la nosérose (61%), la fausse teigne (48%), le couvain plâtré (11%), et la loque américaine a (9%).

Du fait que la varroase est la maladie la plus fréquente, nous avons complété cette étude par un essai de lutte contre le parasite varroa au laboratoire, en testant l'effet acaricide de deux huiles essentielle (*Laurusnobilis* et *Pistacialentiscus*).

L. nobilis s'est avérée plus efficace contre le parasite *V.destructor* en induisant a une mortalité qui varie de 97% à 100%aux doses 0.2µl, 0.5µl ,0.7 µl, et une mortalité assez considérable chez les abeilles qui varie de 21% à 30%aux mêmes doses.

Par ailleurs, le taux d'efficacité du *P. lentiscus* envers *V.destructor* se situe entre 90% et 100%.Et son effet sur les abeilles est très faible (2%)(7%) et (13%) de mortalité a la dose 0.2µl, 0.5µl, 0.7µl respectivement.

Mots clé : (*Varroa destructor*, *Apis mellifera*, état sanitaire, cheptel apicole, enquête, les huiles essentielles)

Abstract

The bee *Apis mellifera* is subject to a massive decline which represents a serious threat in recent years.

During this study, a survey on the health of beekeeping herds was carried out among 44 beekeepers in the wilaya of TiziOuzou. The results reveal that the different pathologies (68%), the climate (58%) as well as the use of pesticides (25%) are the main problems affecting livestock farming. (16%) of beekeepers said their colonies are in decline.

Varroasis is widespread in all the regions studied and is present in all apiaries (100%), followed by nosemosis (61%), false moth (48%), plaster brood (11%), and American foulbrood has (9%).

Since *varroasis* is the most frequent disease, we supplemented this study with a test against the varroa parasite in the laboratory, by testing the acaricidal effect of two essential oils (*L. nobilis* and *P. lentiscus*).

L. nobilis was found to be more effective against the *V.destructor* parasite by inducing a mortality which varies from 97% to 100% at doses 0.2µl, 0.5µl, 0.7µl, and quite considerable mortality in bees which varies from 21% to 30% at the same doses.

In addition, the efficacy rate of *P. lentiscus* against *V. destructor* is between 90% and 100%. And its effect on bees is very low (2%), (7%) and (13%) mortality. at the dose 0.2µl, 0.5µl, 0.7µl respectively.

Key words: *Varroa destructor*, *Apis mellifera*, health status, beekeeping chaptel, survey, essential oils.