

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة احمد بوقرة بومرداس

Université M'hamed Bougara Boumerdes



Faculté des sciences

Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en Phytopharmacie et
Protection des Végétaux

Thème :

*Etude comparative de l'effet d'une nouvelle molécule
chimique (chlorure de lithium) et acide oxalique sur
Varroa destructor*

Présenté par :

Soutenu le : 25/07/2019

SIREF Zohra

GUIDOUME Noussaiba

Jury

Président : M^r MORSLI. A.

MCB UMBB

Promotrice : M^m CHAHBAR.N.

MCA UMBB

Co -promoteur : M^r MOHAMMEDI.A.

MCA UMBB

Examinatrice : M^m BELAID. M.

MCA UMBB

Années universitaire 2018/2019

قال الله تعالى اعود بالله من الشيطان الرجيم

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّعْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿٦٨﴾
ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا ۗ يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ
مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ، فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٩﴾ وَاللَّهُ خَلَقَكُمْ
ثُمَّ يَنُفِّسْكُمْ وَمِنْكُمْ مَنْ يُرَدُّ إِلَىٰ أَرْذَلِ الْعُمُرِ لِكَىٰ لَا يَعْلَمَ بَعْدَ عِلْمٍ شَيْئًا ۗ إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ

قَدِيرٌ ﴿٧٠﴾ النحل: ٦٨ - ٧٠



Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à exprimer notre vif remerciement et le témoignage de notre profonde gratitude à notre promotrice **M^{me} Chahbar Nora** et Co-promoteur **M^r Mohammedi Arezki** Enseignant à l'Université **M'HAMED BOUGARA** qui s'est dévoué pour nous dispenser de tous conseils et directives utiles pour la réalisation de ce modeste travail et nos remerciements aussi l'apiculture **M^r Difallah Hocine**.

Nos remerciements vont également aux membres du jury Président **M^r Morsli. A** et l'examinatrice **M^{me} Belaid. M** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les enseignants de département agronomie qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Merci 

Dédicaces

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail réalisé grâce à l'aide de Dieu, le tout puissant.

A ma très chère mère, qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite. Que Dieu la récompense pour tous ces bienfaits.

A mon cher papa qui a su se montrer patient, compréhensif et encourageant, sa chaleur paternelle a été et sera toujours pour moi d'un grand réconfort.

A ma grand-mère que Dieu la protège.

A mes chers frères : Karim, Hakim, Mohamed.

A mes chères sœurs : Hakima, Karima, Nabila, Hayat, et Wissam.

A mon binôme Noussaiba qui était tout jour à mes côtés et qui n'a jamais cessée de me soutenir et de m'encourager, j'aimais de simple mots ne me permettront de t'exprimer mes remerciement ma très très cher amie.

A toutes mes amies.

A tout le groupe phytopharmacie M2.

zohra



Dédicaces

*A celui qui a été toujours la source de l'honneur, de courage
et celui qui me rappelle toujours que la volonté fait les grandes
femmes....merci PÈRE.*

*A celle qui a inséré le goût de la vie et le sens de la
responsabilité....merci MÈRE.*

*Avec toute ma fidélité et tout mon amour pour vous, mes
parents, je ne pourrai jamais égaler votre mérite.*

Qu'ALLAH vous garde et vous protège.

*A mes très chères frères : Abderahmane, Mohamed Ayoub,
Abderaouf Oussama, Abdelmalek.*

À la personne la plus chère : mon fiancé Salim.

A mes cousines Roumaissa, Khaoula et Wassila.

*A tous mes amis sans exception en particulier ma chère amis
Asmaa et Randa.*

A mon binôme Zohra et sa famille Siref.

A tout le groupe de phytopharmacie et protection de végétaux

A toutes les personnes qui m'aiment.

Noussaïba



SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction.....1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. L'abeille « <i>Apis mellifera</i> L.»	4
1.1. Généralités sur l'abeille <i>Apis mellifera</i> L.	4
1.2. Systématique de l'abeille.	4
1.3. Différentes castes de la ruche.	5
1.3.1. La reine.	5
1.3.2. L'ouvrière.	6
1.3.3. Les mâles ou faux bourdons.	6
1.4. Cycle de développement.	7
1.4.1. L'œuf.	7
1.4.2. Larve.	8
1.4.3. Nymphé.	8
1.5. Morphologie de l'abeille.	9
1.5.1. La tête.	9
1.5.2. Le thorax.	9
1.5.3. L'abdomen.	9
2. L'agent causal de la varroase.	10
2.1. Historique.	10
2.1.1. Répartition dans le monde.	10
2.1.2. Répartition en Algérie.	11
2.2. <i>Varroa destructor</i>	12
2.2.1. Systématique.	12
2.2.2. Morphologie.	12
2.2.2.1. La femelle.	12
2.2.2.2. Le mâle.	13
2.3. Comportement et développement de <i>Varroa destructor</i>	14

2.3.1. Cycle de développement.	14
2.3.2. Cycle de reproduction.	15
• Une phase de phorésie.....	15
• Une phase de reproduction	15
2.4. Pathogénie de <i>varroa destructor</i>	17
2.4.1. Action sur le couvain.	17
2.4.2. Action sur l'abeille adulte.	17
2.4.2.1. Action mécanique.	17
2.4.2.2. Action spoliatrice.	17
2.4.2.3. Action mutilante.	18
2.4.2.4. Action vectrice.....	18
➤ Agents fongiques.	18
➤ Agents bactériens.	18
➤ Agents viraux.	18
2.5. Moyens de lutte contre <i>Varroa destructor</i>	19
2.5.1. Lutte biotechnologique.	19
2.5.1.1. Retrait du couvain de faux-bourdon operculé.	19
2.5.1.2. Blocage de la ponte de la reine.	19
2.5.1.3. Formation d'un nucléus.	19
2.5.1.4. Piégeage de <i>Varroa destructor</i> dans le couvain d'ouvrières.	20
2.5.2. La lutte biologique.	21
2.5.2.1. Utilisation des champignons.....	21
2.5.2.2. Utilisation des bactéries	21
2.5.3. Lutte mécaniques.	21
2.5.3.1. Le plateau grillagé.	21
2.5.3.2. Traitement thermothérapie.	22
2.5.3.3. Saupoudrage des abeilles avec du sucre glace.	22
2.5.4. La lutte chimique.	22
2.5.4.1. Produits chimique d'origine organique.	23
2.5.4.1.1. Acides organiques.	23
2.5.4.1.1.1. Acide formique.	23
2.5.4.1.1.2. L'acide lactique.	23
2.5.4.1.2. Huiles végétales.....	23

2.5.4.1.2.1. Thymol.	23
2.5.4.1.3. Autres molécules d'origine organique.	24
2.5.4.3.1. Fluméthrine (Bayvarol®).	24
2.5.4.2. Les molécules de synthèse.	24
2.5.4.2.1. Amitraze (Api Var®).	24
2.5.4.2.2. Le tau-fluvalinate (Apistan®).	24
2.5.4.2.3. Bromopropylate (folbex®)	25
2.5.4.2.4. Le coumaphos.	25
3. Présentation des insecticides retenus pour cette étude.	25
3.1. Acide oxalique.	25
3.2. Mode d'action.	26
3.2. Chlorure de lithium.	27
3.2.1. Mode d'action.	27
Chapitre II : Matériels et Méthodes.	
1. Objectif de l'étude.	29
2. Matériel.	29
2.1. Matériel biologique.	29
2.2. Matériel non biologique.	29
3. Dispositif expérimental.	30
3.1. Dispositif expérimental sur terrain.	30
3.1.1. Evaluation de l'infestation par varroa des colonies avec la méthode au sucre glace.	31
3.2.1.1. Calcul des taux d'infestation.	31
3.2.2.1. Calcul des taux d'efficacité.	31
3.2. Dispositif expérimental en laboratoire.	32
3.2.1. Préparation et conservation des abeilles.	32
3.2.2. Mode d'administration.	32
3.2.2.1. Ingestion collective.	32
3.2.2.1.1. Préparation de la solution sucrée.	33
3.2.2.1.2. Préparation de la solution mère et des ces dilutions.	34
4. La méthode C.E.B.95.	35
5. Étude statistique.	35
5.1. Contrôle de la mortalité.	35

5.1.1. Correction de la mortalité.	35
5.2. Détermination de la DL 50.	35
5.3. Analyse statistique.	36
Chapitre III : Résultats et discussion	
1. Résultats de terrain.	37
1.1. Résultats du diagnostic avant traitement.	39
1.2. Résultats du diagnostic après traitement.	39
1.3. Taux moyens d'infestation.	39
1.4. Taux d'efficacité.	40
2. Résultats au laboratoire.	41
2.1. Toxicité aigüe chez <i>Apis mellifera intermissa</i> par ingestion.	41
2.2. Détermination de la DL50.	43
2.3. L'analyse de variance (ANOVA à deux facteurs).	43
<i>Discussion</i>	
1. Efficacité des acaricides sur le <i>Varroa destructor</i>	45
2. Effets des acaricides sur l'abeille.	46
Conclusion générale	
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Liste des figures :

Figure 1 : *Apis mellifera* (20 mm × 2).

Figure 2 : Individus de la société.

Figure 3 : Les grandes étapes du développement communes aux trois castes.

Figure 4 : Morphologie de l'abeille.

Figure 5 : Répartition géographique de *varroa destructor*.

Figure 6: *Varroa destructor*.

Figure 7 : Femelle varroa adulte en vue ventrale (à gauche) et en vue dorsale (à droite) ; mâle adulte vue ventrale (en bas).

Figure 8 : Morphologie externe d'un mâle de *Varroa destructor*

Figure 9 : Stades de la vie de *Varroa destructor* (Mesostigmata); photos de deutonymphes et de larves mâles.

Figure 10 : *Varroa* retrouvé sur une larve, dans une cellule de couvain.

Figure 11 : *Varroa* phorétique sur le thorax d'une abeille adulte

Figure 12 : cycle de reproduction du *varroa destructor*.

Figure 13 : Principe de la méthode de Piégeage de *Varroa destructor* dans le couvain d'ouvrières.

Figure 14 : Cagette Pain 1966.

Figure 15: Cagettes Pain modifiées.

Figure 16: préparation de la solution sucrée.

Figure 17: préparation de la solution mère 50mmol.

Figure 18: préparation des dilutions (50mmol, 25mmol, 10mmol, 5mmol et 1mmol)

Figure 19: Taux d'infestation des colonies d'abeilles.

Figure 20: comparaison des différents taux d'infestation.

Figure 21: comparaison de l'efficacité entre l'acide oxalique et le chlorure de lithium.

Figure 22: Toxicité orale aiguë du chlorure de lithium chez l'abeille *Apis mellifera intermissa*

Figure 23: Toxicité orale aiguë du chlorure de lithium et acide oxalique chez l'abeille *Apis mellifera intermissa*.

Figure 24: Graphique des moyennes

Liste des tableaux :

Tableau I : Taux d'infestation des colonies d'abeilles.

Tableau II : la moyenne de taux d'infestation de chaque lot.

Tableau III : Toxicité de chlorure de lithium et acide oxalique vis-à-vis des lots d'abeilles *Apis mellifera intermissa*.

Tableau IV : l'analyse de variance (ANOVA).

Tableau V : Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les doses.

Tableau VI : Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les doses et acide oxalique.

Liste des abréviations

A : Apis

AO : Acide oxalique

V : Varroa

LiCl : chlorure de lithium

DL : Dose létale

TI : taux d'infestation

Introduction

Les abeilles mellifères jouent un rôle central dans l'agriculture en tant que pollinisateurs et leur contribution économique mondiale à la production alimentaire est estimée entre 235 et 285 milliards de dollars par an (**Lautenbach et al, 2012**). Elle produit du miel, du pollen, de la gelée royale, de la propolis, de la cire et enfin du venin.

En outre en tant que pollinisateurs de nombreuses plantes cultivées et sauvages, elle joue un rôle clef du point de vue écologique, économique, agronomique et scientifique. Le rôle écologique L'abeille constitue un indicateur écologique très important de l'équilibre environnemental dans le monde. Et joue un rôle économique important puisque 35% de la production agricole dépend directement des pollinisateurs (**Klein et al, 2007 ; Ricketts et al, 2008**) et 84% des espèces cultivées sont liées à l'activité de ces insectes (**Williams, 1996**). L'abeille mellifère est de loin le pollinisateur dont l'importance économique est la plus grande pour les cultures au niveau mondial. En agronomie, une meilleure pollinisation assurée par les abeilles va augmenter le rendement quantitatif, mais aussi qualitatif de nombreuses plantes cultivées (**Free, 1970**). Grâce à son comportement social complexe, l'abeille représente un des meilleurs modèles scientifiques pour étudier les fonctions d'apprentissage, de mémorisation et d'orientation, en particulier dans l'activité de butinage.

Dans la ruche, beaucoup d'organismes vivants côtoient l'abeille domestique (*Apis mellifera*), bactéries, virus, protozoaires, champignons, acariens et insectes (**Anderson et Trueman, 2000**). L'une des principales maladies qui provoque de grandes pertes dans l'apiculture en Algérie, c'est la Varroase. Cette pathologie est provoquée par un parasite acarien appelé : *Varroa destructor*, il existe quatre espèces d'acarien varroa, mais *Varroa destructor* est la plus importante.

Dans les années 1970, varroa est apparu en Europe (**Grobov, 1976**) et a été détecté en France pour la première fois en 1982 (**Colin et al, 1983**). Il est aujourd'hui présent presque partout dans le monde à l'exception de l'Australie et de l'île Sud de la Nouvelle- Zélande. En Algérie a fait sa première apparition en 1981, précisément dans les ruchers de la région de Souk Ahras venant à partir des abeilles ramenées de Tunisie (**Boulfkhar., 2004**).

Cet acarien s'alimente de l'hémolymphe des abeilles. Affaiblies, leurs défenses immunitaires diminuées, l'espérance de vie des abeilles touchées chute notablement. Pire, *Varroa* est un redoutable vecteur de virus pour les abeilles. Considérée comme le principal facteur économique pour l'apiculteur ainsi que pour l'agriculteur qui a besoin de pollinisateurs.

L'homme a joué un rôle très important dans la diffusion du varroa. Le manque de connaissance et les intérêts économiques ont permis à l'acarien de se trouver répandu aujourd'hui pratiquement dans le monde entier (**Fernandez et Coineau, 2002**) et afin de lutter contre ce fléau, de nombreuses méthodes de contrôle de cet acarien ont été étudiées. On retrouve des méthodes biotechniques (**Boot et al, 1995**), biologiques (**Nazzi et al, 2004**), génétiques (**Martin et al, 2001**) et chimiques par l'utilisation des acaricides. Ces dernières sont celles qui sont les plus utilisées sur le terrain (**Calderone, 2010**).

Les traitements chimiques correspondent à l'utilisation de plusieurs familles de pesticides à l'intérieur de la ruche : (fluvalinate, amitraze, acide oxalique, acide formique et thymol ...). L'acide oxalique est considéré comme l'un des produits naturels qui a été largement utilisé comme traitement de substitution. En outre, il était utilisé à cette fin depuis le début des années 80. Lors des premiers essais, on a observé une réduction de 20 à 30% de l'infestation à *Varroa* après l'avoir pulvérisée sur chaque côté du cadre peuplé d'abeilles domestiques (**Charrière et Imdorf, 1995**).

Cependant certains produits commercialisés sur le marché se sont avérés inefficaces dans le temps à cause du développement de résistance du parasite vis à vis de ces molécules. L'utilisation de nouvelles molécules dans le traitement de la varroase est indispensable, Il devient crucial de fournir aux apiculteurs de nouveaux traitements pour lutter contre le *varroa*, c'est en effet dans ce but, qu'un essai thérapeutique le chlorure de lithium a été mené sur plusieurs colonies d'abeilles dans une station expérimentale. Ce produit qui a été découvert par un chercheur allemand est très efficace pour protéger les abeilles contre le parasite *Varroa destructor*.

Au cours de ce travail, nous nous sommes tout d'abord intéressés à une étude de l'efficacité de deux traitements acaricides, synthétique (chlorure de lithium) et naturel (Acide oxalique) contre les acariens *Varroa* et de déterminer les effets secondaires de l'application de ce traitement sur les colonies d'abeilles.

Pour atteindre cet objectif, nous avons travaillé en plusieurs étapes.

La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique actualisée des connaissances sur *V. destructor*. Elle débutera par une présentation de l'hôte *A. mellifera intermissa*, en insistant sur les points permettant la compréhension des interactions particulières hôte-parasite, et leur moyenne de lutte.

Deuxième partie, nous présenterons la méthodologie employée dans le cadre de notre étude, les types de prélèvements effectués et les méthodes d'analyse utilisées.

Puis nous avons développé une étude de la toxicité aigüe du chlorure de lithium et acide oxalique. Pour cela, nous avons mis en place un type d'application : concernant une population d'exposition orale. L'objectif principal de ces expériences, étant de déterminer les DL 50 de cet insecticide.

Les données recensés par cette étude, ont été traités par un outil des statistiques descriptives : l'analyse de la variance, et ce, afin de vérifier la significativité des différentes variables étudiées (Mortalité observée, doses).

La troisième partie regroupe l'ensemble des résultats avec leurs discussions et pour finir avec une conclusion.

1. L'abeille « *Apis mellifera* »

1.1. Généralités sur l'abeille *Apis mellifera*

L'abeille est un insecte social dont le rôle dans la pollinisation est d'une importance majeure pour l'agriculture : un tiers de la nourriture consommée dans le monde en 2005 dépendait de cette activité (**Gallaïet al., 2009**). L'abeille est un insecte appartenant à l'ordre des Hyménoptères, elle est apparue il y a 45 millions d'années avant l'homme, certains paléontologues découvrirent leurs fossiles dans les ambres de la Baltique depuis plus de 60 millions d'années (**Winston., 1993**).

Les mieux connus et les plus utilisés en apiculture sont : *Apis mellifera* comportant plusieurs races qui peuplent actuellement l'Europe, l'Afrique, l'Asie occidentale, l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, l'Australie et la nouvelle Zélande (**Schmidt., 2013**). L'espèce *Apis mellifera* comporte une vingtaine de races (ou sous-espèces) appartenant à des groupes correspondant à des aires géographiques.

En Algérie, L'élevage des abeilles est répandu dans l'ensemble des zones agro écologiques et s'insère harmonieusement dans les systèmes de production arboricoles des zones de montagne, des oasis et des plaines. Le cheptel apicole algérien est constitué de deux races à savoir :

-*Apis mellifera intermissa*, dite « abeille tellienne » ou « abeille noire du Tell » dont l'aire de distribution se confond avec l'atlas tellien (**Adam., 1980**).

- *Apis mellifera sahariensis*, encore appelée « abeille saharienne » implantée au sud-ouest de l'Algérie (Béchar, Ain Sefra), productive, prolifique, résistante aux maladies et aux prédateurs mais néanmoins fort agressive et présentant une propension à l'essaimage, l'abeille tellienne est la race dominante en Algérie où elle se présente sous la forme de plusieurs variétés (**Abelguerfi et Ramdane., 2003**).

1.2. Systématique de l'abeille

Les abeilles sont des insectes qui font partie de l'ordre des Hyménoptères et de la superfamille des Apoidea (fig. 1). Cette dernière comprend 6 familles, 130 genres et plus de 20.000 espèces vivant majoritairement en solitaire, sauf pour une famille, celle des Apidés (**Schmidt., 2013**).

La classification des abeilles est comme suit (Schmidt., 2013) :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Mandibulata

Classe : Hexapoda= Insecta

Super Ordre : Hymenopteroidea

Ordre : Hymenoptera (Hyménoptères)

Sous Ordre : Aculeata

Famille : Apidae

Super Famille : Apoidea

Sous Famille : Apinae

Genre : *Apis*

Espèce : *mellifera*

1.3. Les différentes castes de la ruche

Dans une ruche nous trouvons trois types d'individus (fig.2). La reine unique individu qui pond des œufs et assure ainsi la permanence de la société ; les ouvrières qui assurent les multiples travaux de la société ; les faux bourdons qui sont des mâles qui participent essentiellement à la reproduction (**Waring et Waring., 2012**).

1.3.1. La reine

La reine se différencie des autres individus de la ruche par la grande taille de son abdomen, son poids plus élevé et ses ailes plus courtes après la fécondation. Durant son stade larvaire, elle consomme uniquement de grandes quantités de gelée royale pendant environ 4 à 6 jours lui permettant d'atteindre un poids variant entre 178 et 292 mg à l'âge adulte (**Winston., 1993**). Elle mesure en moyenne 16 mm de long et son thorax atteint 4,5 mm de diamètre (**Biri., 2010**). Une semaine après sa naissance, la reine s'accouple une seule fois avec 6 à 30 mâles durant un vol d'accouplement. A la fin de l'accouplement, une partie de l'appareil génital du mâle, l'endophallus, est arraché et reste dans les voies génitales de la reine (**Koeniger et al., 1979**). Elle stocke le sperme dans un organe spécialisé appelé spermathèque, il sera utilisé pour fertiliser les œufs durant toute sa vie (**Woyke., 1960**). La reine peut pondre jusqu'à 2000 œufs féconds par jour, ils sont issus de pères différents donnant naissance à une fratrie qui permet d'augmenter la diversité génétique de la colonie (**Oldroyd et al., 1995**). La reine a aussi une fonction de cohésion dans la colonie par la sécrétion de phéromones son temps de vie est de 1 à 5 ans (**Pankiwet al., 2004**).

1.3.2. L'ouvrière

Les ouvrières sont des abeilles les plus petites et les plus nombreuses de la colonie (**Waring et Waring., 2012**). Elles représentent plus de 95% des 15 000 à 80 000 individus d'une colonie pendant la bonne saison. Les ouvrières sont toutes de femelles mais leurs ovaires sont stériles sauf dans de rares cas (ruche bourdonneuse, mauvaise reine) où elles peuvent pondre des œufs non fécondés qui donneront des mâles de faible taille. Tout comme les reines, les ouvrières naissent à partir d'œufs fécondés et élevées dans les cellules les plus petites du cadre de cire. A l'émergence, elles pèsent en moyenne $116 \pm 0,61$ mg (**Bower-Walker et Gunn., 2001**) mais ce poids peut varier en fonction des conditions environnementales et nutritives (**Crailsheim et Stolberg., 1989**). Si la durée de vie des ouvrières est assez courte en été où elle dure environ 3 à 8 semaines (**Roger et Pain.,1966**), Selon **Fluri, (1994)**, les ouvrières ont un temps de vie beaucoup plus long pouvant aller jusqu'à 8 mois (243jours) durant l'hiver. En effet, la reine fécondée par plusieurs mâles donne naissance à des ouvrières ayant la même mère mais des pères différents (**Estoup et al., 1994**). Chez les abeilles *Apis mellifera*, la division des tâches entre ouvrières est basée en premier lieu sur l'âge c'est le polyethisme de l'âge (**Lindauer., 1971**). Leur activité varie au cours de leur vie : nourrices, nettoyeuses, sécrétrices de cire, butineuses de pollen et de miel,... etc.

1.3.3. Les mâles ou faux bourdons

Les mâles, encore appelés faux-bourdons, c'est par rapport à sa ressemblance avec le bourdon du genre *Bombus*. Le faux bourdon est un insecte discret, (**Le conte., 2002**). Légèrement plus gros que les femelles, mais plus courts que la reine, (**Leven et al., 2005**), et beaucoup plus trapu. Il n'est présent dans la colonie que lorsque les ressources sont bonnes. On ne lui connaît qu'un rôle de reproduction et son altitude de vol au-dessus de 10 m (**Le conte., 2002**). Ils se caractérisent par un corps massif (diamètre thorax de 5,5 mm) et peuvent atteindre 12 à 14 mm de long (**Biri., 2010**). Ils pèsent entre 196 et 225 mg (**Wendling., 2012**). Ils sont dépourvus de dard, de plaques cirières et du système collecteur de pollen de la troisième paire de pattes. Leur tâche consiste à s'accoupler avec une jeune reine. Ils meurent aussitôt après, car leurs parties génitales se détachent lors de l'accouplement, ce qui déchire l'abdomen (**Leven et al., 2005**).

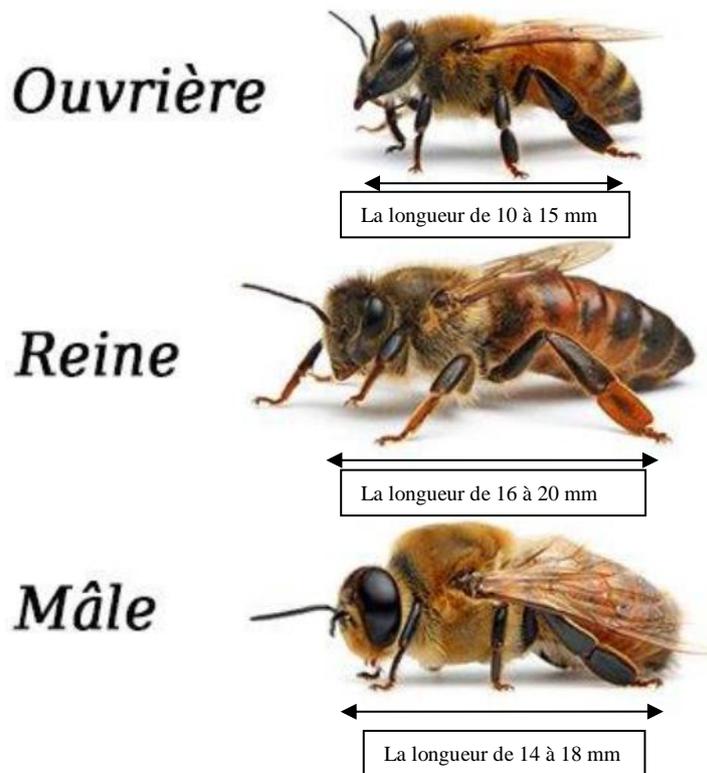


Figure 2 : Individus de la société (www.vivelesabeilles.be)

1.4. Cycle de développement

L'abeille est un insecte holométabole dont le cycle dure 21 jours chez l'ouvrière, 24 jours pour le faux-bourdon et 16 jours chez la reine (fig. 3).

Ce cycle se découpe en quatre phases dont la durée diffère selon l'individu. Le stade de l'œuf dure 03 jours chez les trois castes. Le stade larvaire dure 10 jours chez l'ouvrière et le faux bourdon ; 8 jours chez la reine. Le stade pré nymphal dure 2 jours chez la reine et l'ouvrière et 3 jours chez faux-bourdon. Le stade nymphal dure 8 jours chez l'ouvrière, 4 jours chez la reine et 11 jours chez le faux-bourdon (Gilles., 2010).

1.4.1. L'œuf

L'œuf est blanc, translucide et ovale. Il mesure 1-1,5 x 0,5 mm et pèse entre 0,12 et 0,22 mg (Wendling., 2012). Une extrémité plus pointue permet l'adhérence à la paroi de l'alvéole. Initialement dressé verticalement dans l'alvéole, il s'incline pour finir complètement couché au bout de trois jours (Biri., 2010).

1.4.2. Larve

Larve est Blanchâtre, apode et sans yeux éclot de l'œuf. Elle est arquée et grandit rapidement son poids est multiplié par 1 800 en six jours seulement (**Le conte., 2004**). Pendant les trois premiers jours, toutes les larves sont nourries avec de la bouillie royale. A partir du quatrième jour, certaines larves choisies par les ouvrières continuent à être alimentées par cette bouillie, ou gelée royale ; elles deviendront des reines. Les autres larves sont les futures ouvrières et sont nourries avec du miel ou du pollen (**VonFrisch., 2011**). Dès le sixième ou septième jour, les larves atteignent leur maturité et deviennent capables de se nourrir toutes seules. Une réserve de nourriture est déposée au fond des alvéoles, qui sont ensuite fermées avec de la cire, c'est l'operculation (**Biri., 2010**). Elle a lieu sept à huit jours après la ponte pour les œufs de reines, huit jours pour les œufs de reines et neuf jours pour les œufs de faux-bourçons (**Wendling., 2012**). A l'intérieur du couvain operculé, la larve subit plusieurs mues successives puis tisse un cocon très fin à l'intérieur duquel elle se transforme en **nymphe**.

1.4.3. Nymphe

Nymphe est posséder de nombreuses caractéristiques morphologiques de l'adulte : tête, yeux, antennes, pièces buccales, thorax, pattes, et abdomen. Initialement blanchâtre, la cuticule se sclérose et se pigmente progressivement. La nymphe reste immobile et ne s'alimente pas. Une dernière mue, appelée mue imaginale, fait passer la nymphe au stade adulte. La jeune abeille perce l'opercule et s'envole (**Biri., 2010**).

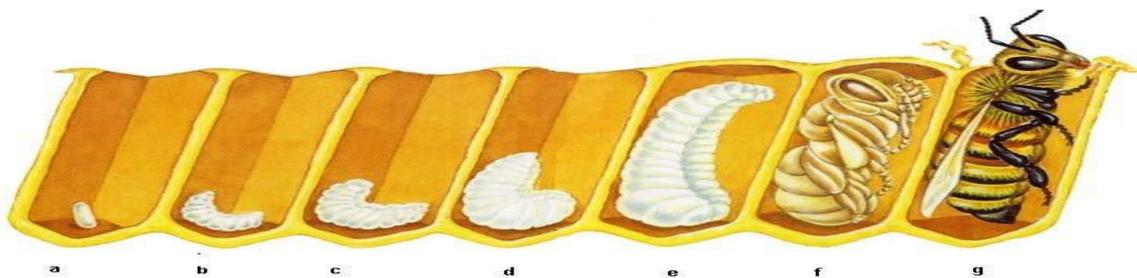


Figure 3 : Les grandes étapes du développement communes aux trois castes (Encyclopédie universelle. Internet -www.vivelesabeilles.be)

a : jeune larve issue de l'éclosion d'un œuf.

De a à e : croissance de la larve.

En e : fermeture de l'alvéole dans laquelle se trouve la larve.

En f : nymphe (phase de métamorphose de l'insecte). En g : Imago adulte sortant de l'alvéole (Encyclopédie universelle).

1.5. Morphologie de l'abeille

Le corps de l'abeille, se divise en trois tagmes : la tête, le thorax et l'abdomen (fig.4). On y trouve le système circulatoire, le système nerveux, le système respiratoire et le système digestif, un ensemble complexe qui assure leurs fonctions vitales (**Schmidt., 2013**).

1.5.1. La tête

La tête de forme ovoïde, porte une paire d'yeux composés et trois ocelles (organes visuels), une paire d'antennes (organes olfactifs et tactiles) et les pièces buccales (appareil buccal de type broyeur-suceur formé de deux mandibules et d'une trompe). Son axe forme un angle de 90° avec celui du reste du corps. Elle est reliée au thorax par un premier rétrécissement, le cou (**Biri., 2010 ; LConte., 2004**)

1.5.2. Le thorax

Le thorax est formé de 3 segments soudés. Chaque segment porte une paire de pattes, deux paires d'ailes sont attachées sur le 2^{ème} et sur le 3^{ème} segment thoracique. Les pattes se composent de segments articulés. Les ailes sont formées de membrane transparente placée à l'intérieur d'un réseau de nervures rigides et creuses. Les ailes antérieures, fixées sur le 2^{ème} anneau du thorax, sont plus grandes que les ailes postérieures articulées sur le 3^{ème} anneau (**Biri., 2010**). Les ailes de la reine sont plus courtes que celles de l'ouvrière. Chez l'ouvrière chaque paire de pattes est spécialisée, la paire antérieure est utilisée pour nettoyer les antennes, la paire médiane et la paire postérieure sont adaptées à la récolte du pollen et son stockage dans des corbeilles à pollen (**Gould et Gould., 1993**).

1.5.3. L'abdomen

L'abdomen ou ventre est morphologiquement constitué de dix segments mais, à première vue, on n'en dénombre que sept chez l'ouvrière, contrairement aux faux bourdons où l'on dénombre 8 au lieu de 7 (**Biri., 2010**). En termes de volume, L'abdomen est la partie la plus importante, il abrite le jabot, les organes de digestion et de circulation. Chez l'ouvrière, C'est le siège des huit glandes cirières et de la glande de Nasonov, responsable de la sécrétion des phéromones. La reine et l'ouvrière possèdent en outre un dard, modification de l'ovipositeur, relié à une glande à venin. En cas de pique, la glande se contracte pour libérer son contenu. L'aiguillon de la reine est lisse et peut donc servir plusieurs fois. En revanche, lorsque l'ouvrière pique, son dard barbelé peut rester dans les tissus de sa victime et en s'éloignant, elle abandonne son appareil vulnérant, ainsi que la glande à venin et une partie de ses entrailles qui y sont reliées ce qui provoque la mort de cette dernière (**Gould et Gould.,**

1993). Il faut également noter que les faux bourdons ne possèdent ni l'aiguillon ni glandes cirières (Biri., 2010).

- 1) Antenne
- 2) œil composé
- 3) Langue
- 4) Aile
- 5) Glandes cirières
- 6) Glande de Nasanoff
- 7) Pattes locomotrices

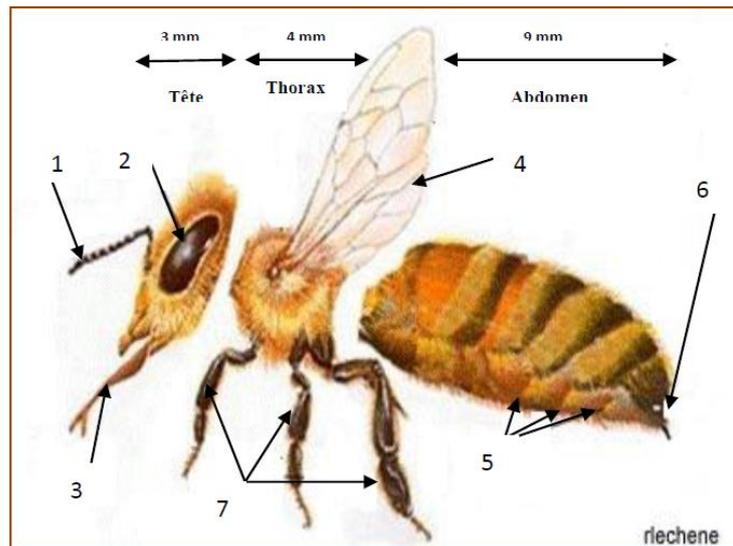


Figure 4 : Morphologie de l'abeille
(www.vivelesabeilles.be)

2. L'agent causal de la varroase :

2.1. Historique

2.1.1. Répartition dans le monde :

Apis cerana porte en effet ce parasite, trouvé fortuitement par Jacobson sur l'île de Java. L'Oudemans, acarologue, hollandais, en a fait une description en 1904 de cet acararien qu'il lui nomma *varroa jacobsoni* en hommage à son découvreur (Oudemans., 1904). Le passage du *varroa* sur *Apis mellifera* semble dater des années 1940-1950 (Grobov., 1976), Et c'est en 1964 que l'acararien fut découvert sur *Apis mellifera* dans la région soviétique d'Oussourie. Selon Le Conte et Jeanne(1991).

Le rapprochement d'*A. mellifera* avec l'abeille indigène asiatique *A. cerana* fit en sorte que son parasite *V. jacobsoni* a rapidement réussi à s'établir sur ce nouvel hôte. Malgré le fait que *Varroa* ne semblait guère affecter *A. cerana* et même vivre avec un certain équilibre écologique avec son hôte (Rath.,1999), il s'avéra un parasite important pour *A. mellifera*.

La première observation de *Varroa* dans le couvain d'*Apis mellifera* aurait eu lieu en Corée dans les années 1950 (Topolska., 2001).

En Tunisie, la varroase a été découverte en 1976. L'Algérie est déclarée infestée en 1981. En moins de vingt ans, à la faveur des échanges commerciaux, les Amériques, puis le monde entier, ont été envahis par *Varroa destructor*. Seule l'Australie est actuellement encore

indemne grâce à des protocoles de quarantaine stricts dans les cas d'importation (**Australia government., 2012**). En 2000, **Anderson** et **Truemann**, dissocient l'acarien initialement *Varroa jacobsoni* en 2 espèces distinctes. Le nom de l'espèce qui regroupe les acariens infestant l'abeille domestique *Apis mellifera* est désormais *Varroa destructor*. De nos jours, de part le monde, peu de territoires sont épargnés par l'infestation des colonies d'*Apis mellifera* par le *Varroa*. Notons que l'Australie est encore l'un des territoires déclarés indemnes de l'infestation grâce à la mise en oeuvre de protocoles de quarantaine en cas d'introduction de colonies d'abeilles (**Anonyme., 2013**).

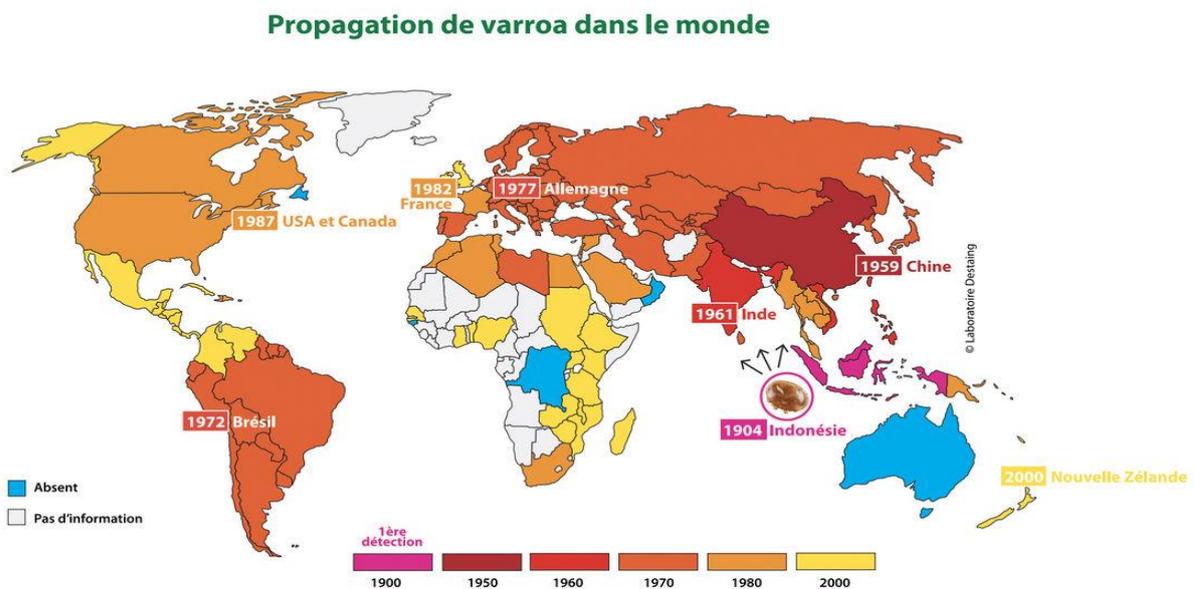


Figure5 : Répartition géographique de *Varroa destructor* (varroa.fr/le-parasite/origine/).

2.1.2. Répartition en Algérie :

En Algérie Le *varroa* fait sa première apparition en 1981, dans les ruchers de la région de Souk Ahras (**Boulfkhar., 2004**). Par rapport aux pays touchés par les varroas, aucun signal de mortalité massive des abeilles n'a été enregistré lors des 3 au 4 ans après la première apparition de parasite. C'est après 1987, qu'on a enregistré des mortalités hivernales et estivales massives et des récoltes très faibles de miel ce qui est le résultat d'un effondrement des colonies (**Anonyme., 2004**).

2.2. *Varroa destructor*

Varroa destructor est un ectoparasite obligatoire de l'abeille visible à l'œil nu (**Mondet et al., 2016**). Cela signifie qu'il vit sur le corps externe de l'abeille *Apis mellifera*, se déplace d'une colonie à l'autre en étant transporté par l'abeille (phorétique) et ne peut se développer chez d'autres hôtes que l'abeille.

Le genre *varroa* est composé de quatre espèces : *varroa jacobsoni*, (**décrite par oudemans., 1904**), *varroa un derwoodi* (**décrite par Delfinado-baker et Aggarwale., 1987**), *varroa rinderei* (**décrite par De Guzman et Delinado-Bakrer., 1995**) et *varroa destructor* (**décrite par Anderson et Trueman., 2000**).

2.2.1. Systématique

Varroa destructor (fig.6) (**Anderson et Trueman., 2000**) est un acarien dont la cladogenèse en débutant avec les Euarthropodes est : Euarthropodes, Chélicérates, Arachnides, Acariens, Mesostigmata, Varroidae, *Varroa destructor* (**Krantz et Walter., 2009**).

Selon **Anderson et Trueman(2000)**, l'acarien appartient au :

Règne : Animal

Sous règne : Metazoaires

Embranchement : Arthropodes

Sous embranchement : Chelicerates

Classe : Arachnides

Ordre : Gamazida (acarien)

Sous ordre : Mesostigmates

Famille : Varroidae (dermansides)

Sous famille : Varroinae

Genre : *Varroa*

Espèce : *Varroa destructor*

2.2.2. Morphologie

Varroa destructor présente un dimorphisme sexuel remarquable (**Martin., 2003**) :

2.2.2.1. La femelle

La femelle adulte est de forme ellipsoïdale plus large que longue (1,7 x 1,2 mm), déprimée dorso-ventralement, de couleur cuticulaire brun clair chez la jeune adulte évoluant rapidement vers le brun foncé. Elle pèse environ 0,32 à 0,48 mg (poids d'une abeille ouvrière ~80 mg). Son espérance de vie est de 2,5 à 3,5 mois pendant la belle saison (**Anderson et Trueman,**

2000, Rosenkranz et al., 2010). Et de couleur brun-rouge (fig.7) (Bautz et Coggins., 1992). La femelle est 2 fois plus grande que le male. Les huit pattes se terminent par une ventouse (Robaux., 1986) et elle possède une plaque sensorielle à l'extrémité supérieure qui permet probablement au parasite de s'orienter vers son hôte (Le Conte et Jeanne., 1991).

2.2.2.2. Le mâle

Le mâle adulte est présent uniquement dans les alvéoles de couvain operculé où il a été pondu et a évolué en adulte. En effet, à l'émergence de la jeune abeille, le mâle meurt de façon inéluctable de déshydratation car il ne possède pas de pièce buccale lui permettant de percer la cuticule des abeilles pour se nourrir. Le corps du mâle adulte est jaune -verdâtre, presque sphérique. Il mesure environ 0,75 à 1,0 mm de long et 0,7 à 0,9 mm de large (fig.8) (Alberti et Hänel., 1986).

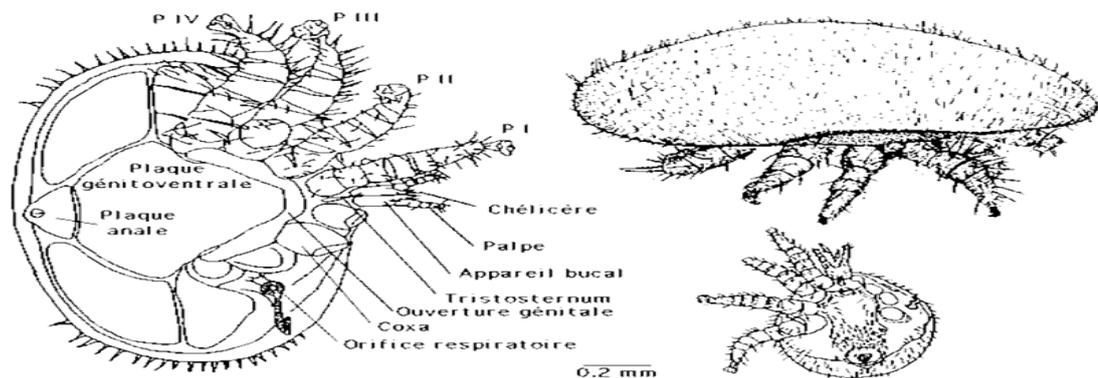


Figure7 : Femelle *varroa* adulte en vue ventrale (à gauche) et en vue dorsale (à droite) ; mâle adulte vue ventrale (en bas) (Vandame, 1996).

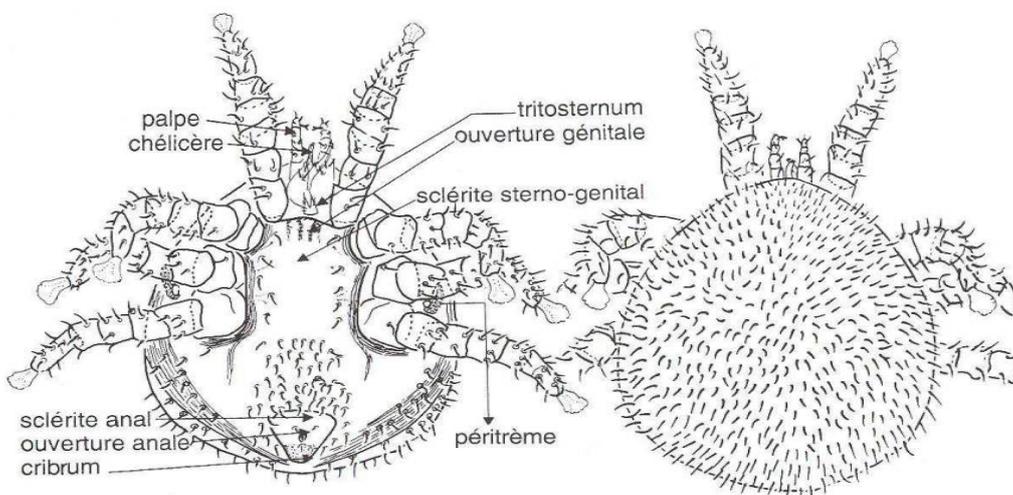


Figure8 : Morphologie externe d'un mâle de *Varroa destructor* (Fernandez et Coineau, 2002). A gauche : face ventrale / A droite : face dorsale.

Selon **Faucon, (1992)**, les stades immatures de *varroa* (fig.9) sont :

- **L'œuf** est blanc, avec une forme ovoïde, il mesure environ 0.5 mm.
- **Protonymph** : elle apparait après la métamorphose. Elle est de couleur blanche et possède 4 paire de pattes tendues et raides. Cette protonymph ne se déplace pas ou peu. Elle est capable de percer la cuticule et de se nourrir d'hémolymphe.
- **Deutonymph** : elle prend l'aspect général propre à son sexe avec une forme elliptique pour la femelle. Elle est de couleur blanche, et présente toujours des pattes tendues vers l'avant. Elle se nourrit de façon intense.



Figure9 : Stades de la vie de *Varroa destructor* (Mesostigmata) ; photos de deutonymphes et de larves mâles ([www. jimdofree.com](http://www.jimdofree.com)).

2.3. Comportement et développement de *varroa destructor*

2.3.1. Cycle de développement

Le cycle de développement de *varroa destructor* s'effectue parallèlement au cycle de développement de l'abeille ouvrière ou du faux bourdon durant l'operculation du couvain (**Lenconte et Arnold., 1988**).

D'après **Simoneau (2004)**, de la ponte à l'adulte, le développement du varroa femelle passe par différents stades :

Œuf (embryogenèse) : 01 jour.

Larve : 01 jour.

Protonymph : 05 jours.

Deutonymph : 02 jours.

Adulte avant la ponte : 05 jours.

La durée du cycle de la femelle *varroa*, depuis la ponte à l'émergence de l'adulte, est de huit à neuf jours alors que chez le mâle, elle ne dure que 6 à 7 jours en moyenne. Cette durée est variable en fonction des conditions du milieu et de la disponibilité alimentaire.

2.3.2. Cycle de reproduction

Le cycle biologique de *Varroa* comporte deux phases :

- Une phase de phorésie, sur l'abeille adulte (fig.11),
- Une phase de reproduction, dans les cellules de couvain operculé (fig.10).



Figure10 : Varroa retrouvé sur une larve, dans une cellule de couvain (www.killerbeeshoney.com).



Figure11 : Varroa phorétique sur le thorax d'une abeille adulte (www.bugguide.net).

La phase de phorésie correspond à la phase de transport du parasite vers le couvain, dans le but d'y effectuer sa phase de reproduction. Elle permet également la dispersion de l'acarien par le butinage, le pillage, la dérive et l'essaimage.

Après l'émergence de la jeune abeille, les femelles *Varroa* infestent préférentiellement les ouvrières de 12-14 jours (nourrices). Elles se positionnent alors entre les sternites sous les tergites de l'abeille mais également sur son thorax ou son abdomen. En période hivernale, en l'absence de couvain, la femelle a la capacité de survivre. Elle peut ainsi reprendre son cycle au printemps suivant.

Les larves de stade L5 ont un effet d'attraction (par diffusion de substances chimiques) sur les parasites en phase phorétique, ce qui favorise l'entrée de la femelle *Varroa* dans une cellule de couvain, juste avant son operculation. La première femelle entrant dans l'alvéole est appelée fondatrice. Elle se glisse entre les parois de l'alvéole et la larve afin de se protéger des abeilles nettoyeuses en s'immergeant dans la gelée larvaire, jusqu'à l'operculation. La fondatrice commence alors à se nourrir de l'hémolymphe de la larve, après avoir percé sa cuticule. Ce site est le lieu unique de nourrissage, pour tous les parasites évoluant dans la cellule au cours de la phase de reproduction.

La ponte du premier œuf a lieu environ près de 3 jours après l'operculation. Il permet l'éclosion d'un mâle, haploïde. Par la suite, un œuf est pondu toutes les 30h environ. Ils correspondent à des femelles diploïdes.

Le mâle, sexuellement mature avant la femelle, attend l'arrivée de sa première sœur sur le site d'accumulation fécale, lieu d'accouplement. Plusieurs accouplements se succèdent jusqu'à l'arrivée d'une autre sœur adulte sur le site.

La femelle *V.destructor*, adulte, se positionne alors sur la jeune abeille, avant l'éclosion. A l'issue de cette dernière, les femelles immatures et le mâle meurent.

Ainsi, pour chaque cycle de reproduction, chaque femelle engendre 2 à 3 femelles adultes fécondées dans le couvain de faux-bourdon et 0,8 à 1,5 femelles filles adultes dans le couvain d'ouvrière (Wendling, 2016) (fig.12).

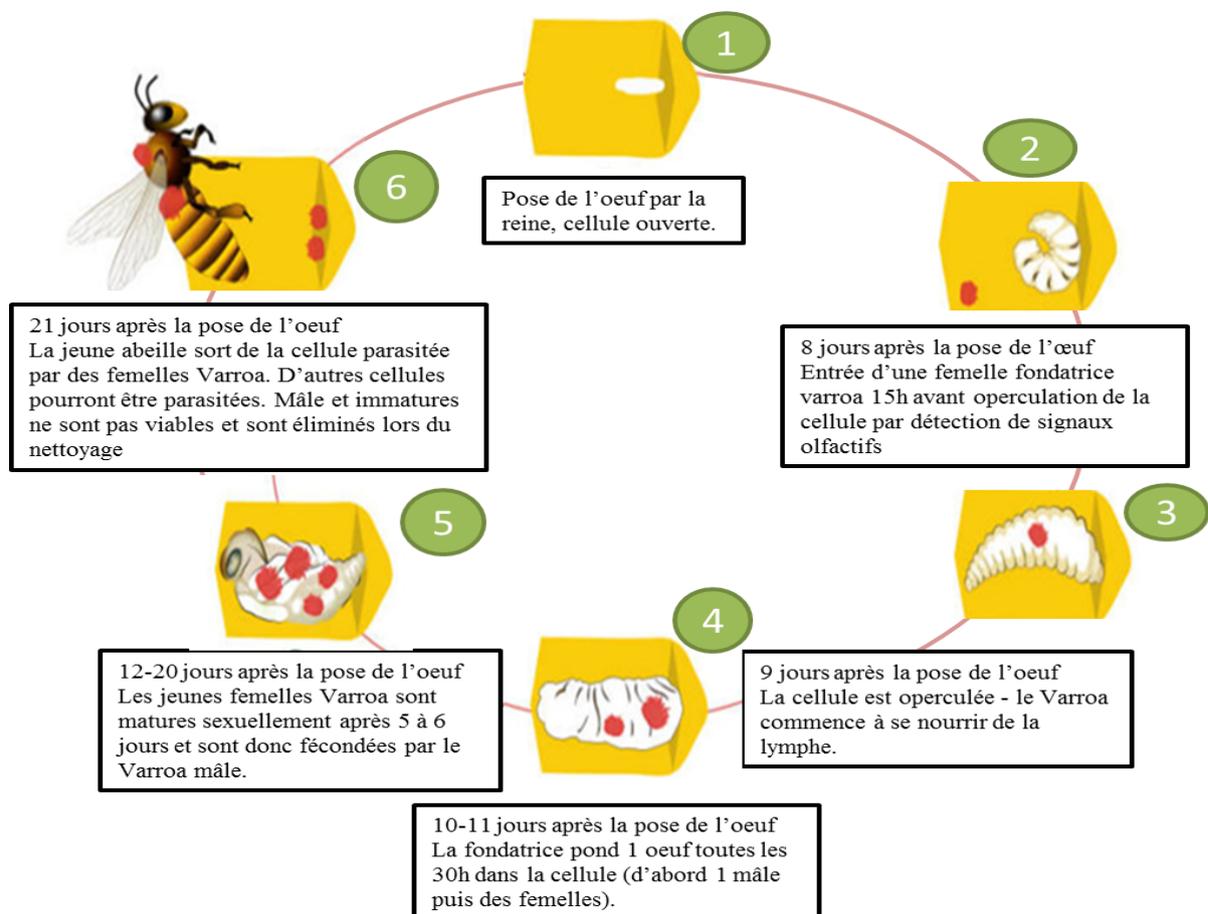


Figure 12 : cycle de reproduction du *varroa destructor* (www.veto-pharma.fr).

2.4. Pathogénie de varroa destructor :

2.4.1. Action sur le couvain :

D'après **Simoneau (2003)**, les symptômes les plus évidents quand le niveau d'infestation de varroa est dangereusement élevé :

- Le couvain est atypique et peut laisser penser à l'apparence de mosaïque retrouvée dans la loque (les deux) ou le couvain calcifié.
- Les pupes infestées de plus de 5 fondatrices peuvent mourir.
- Déclin rapide de la colonie, supercédure de la reine.
- Mort de la colonie entre quelques semaines et 2 ans malgré des réserves de miel et de pollen
- Jeunes abeilles et faux bourdons déformés et sous-développés, en particulier avec des abdomens raccourcis et des malformations des ailes.
- Couvain irrégulier, et faible production de miel.

2.4.2. Action sur l'abeille adulte :

2.4.2.1. Action mécanique

a. Baisse de fertilité

Chez les faux-bourdons parasités, on observe une diminution du nombre de spermatozoïdes (baisse de 7,5 à 4,2 millions en moyenne). Par ailleurs, leur capacité de vol étant réduite, ils ne possèdent pas la force physique pour prendre en chasse et féconder les jeunes reines (**Mallick., 2013**).

b. Réduction de l'espérance de vie

La longévité des abeilles des colonies infestées est nettement réduite, notamment pour les abeilles d'hiver (**Mallick., 2013**).

2.4.2.2. Action spoliatrice

Cette action spoliatrice se caractérise par une baisse du taux de protéines et de corps gras de l'hémolymphe. Il s'ensuit une insuffisance des réserves de l'abeille qui sont utilisées en particulier à la fin de l'hiver pour la sécrétion de la gelée royale nécessaire à l'élevage du premier couvain de la saison (**Fayolle Poncet., 2009**).

a. Immunodéficience

La spoliation des protéines qui a lieu au cours des repas d'hémolymphe concerne en particuliers les AMP (anti-microbialproteins), ce qui conduit à une baisse d'immunité des abeilles et une sensibilité accrue aux maladies virales et bactériennes. L'infestation par Varroa

induirait également une réduction de la transcription des gènes codant pour les protéines de l'immunité (Mallick., 2013).

2.4.2.3. Action mutilante

Des modifications morphologiques sont observables sur les abeilles adultes issues de nymphes parasitées : raccourcissement de l'abdomen et lésions allaires sont également à mettre en relation avec une infection virale transmise par Varroa.

Au niveau des organes internes, les glandes hypo-pharyngiennes, qui sécrètent la gelée larvaire, voient également la taille de leurs acini diminuée (jusqu'à 14%), ce qui réduit la quantité de gelée produite et entraîne une baisse d'aptitude aux soins chez les abeilles nourrices (Mallick., 2013).

2.4.2.4. Action vectrice :

Varroa destructor est porteur d'un certain nombre d'agents pathogènes de l'abeille (Wendling., 2012) :

a. Agents fongiques :

Spores d'*Aspergillus flavus* et d'*Ascospaera apis* (responsable de la maladie du couvain plâtré ou ascosphérose) présentes sur la cuticule (Wendling., 2012).

b. Agents bactériens :

Spores de *Paenibacilluslarvae* (agent de la loque américaine) présentes sur la cuticule (Wendling., 2012).

c. Agents viraux :

Virus de la paralysie aiguë (ABPV), virus de la paralysie chronique (CBPV), virus de la paralysie lente (SPV), virus de la cellule royale noire (BQCV), virus des ailes opaques (CWV), virus du couvain sacciforme (SBV), virus de la paralysie aiguë israélienne (IAPV) et virus des ailes déformées (DWV).

L'infestation par Varroa entraînant une baisse d'immunité, les colonies fortement parasitées sont plus sensibles aux agents viraux. Il a été prouvé que certains de ces virus se multiplient chez Varroa, ce qui fait de ce dernier un vecteur biologique des maladies virales.

Les particules virales sont directement injectées dans l'hémolymphe de l'abeille au cours d'un repas du parasite. En revanche, en ce qui concerne les bactéries et champignons, Varroa jouerait un rôle de vecteur mécanique puisque les spores sont seulement trouvées sur la cuticule des acariens. La quantité de spores présentes sur la cuticule ne semble toutefois pas suffisante pour générer les maladies (Wendling., 2012).

2.5. Moyens de lutte contre *Varroa destructor*

2.5.1. Lutte biotechnologique

2.5.1.1. Retrait du couvain de faux-bourdon operculé

Le piégeage de *V. destructor* dans du couvain de faux-bourdon operculé apparaît plus efficace en absence de couvain d'ouvrières. De cette façon, 462 alvéoles de faux-bourdon permettraient de piéger 95 % des *V. destructor* dans une colonie de 1 kg d'abeilles. Cependant cette situation n'existe pas en condition naturelle et nécessite des manipulations importantes pour être obtenue (Calis *et al.*, 1999).

2.5.1.2. Blocage de la ponte de la reine

Cette méthode est utilisée par les apiculteurs italiens afin d'obtenir artificiellement une colonie sans couvain. Dans un premier temps, la reine est isolée grâce à une cage sur un cadre en bord extérieur du nid. Le jour suivant, une cellule royale encore ouverte est insérée dans le nid, sur un cadre à l'opposé de la reine. Les ouvrières vont prendre soin de cette nouvelle cellule, et nourrir la larve comme lors d'un changement naturel de reine. L'ancienne reine est retirée juste avant ou juste après la naissance de la nouvelle reine. Le temps que la nouvelle reine soit élevée, et qu'elle réalise son vol nuptial, tout le couvain en cours de développement aura éclos. Ainsi, la colonie est exempte de couvain et l'apiculteur peut réaliser un traitement ponctuel pour l'assainir efficacement (les italiens utilisent un traitement à l'acide oxalique).

En outre, cette technique permet de profiter de cette opération pour réaliser une sélection génétique, en incorporant une nouvelle reine issue d'élevage sélectionné au sein de la colonie. Il est préférable de réaliser cette manipulation en cours de saison apicole, durant la première moitié de juillet, pour affaiblir le moins possible la colonie. Il est indispensable de choisir un traitement à action ponctuelle pour garantir l'absence de résidus chimiques dans le miel (Gilles., 2012).

2.5.1.3. Formation d'un nucléus

Cette technique consiste à créer une nouvelle colonie appelée nucléus en retirant de la colonie mère la moitié du couvain operculé ainsi que 6000 à 8000 abeilles. Il est préconisé de laisser la reine dans la colonie mère, sauf en période d'essaimage où la reine sera alors placée dans le nucleus, limitant ainsi les risques d'essaimage. La colonie orpheline mettra en place d'elle même la production d'une nouvelle reine. Le nucleus ainsi formé sera déplacé de plus de 3 kilomètres, évitant le retour des ouvrières à l'ancienne ruche. Les auteurs précisent que la quantité totale d'acariens n'est pas modifiée par la formation du nucléus, mais elle est répartie

entre 2 colonies. La formation d'un nucléus permettrait de retirer ainsi un quart à un tiers des *V. destructor* de la colonie mère (Charrière *et al.*, 1998).

2.5.1.4. Piégeage de *Varroa destructor* dans le couvain d'ouvrières

Avant que la colonie élève du couvain de faux-bourçons, une technique semblable peut être réalisée sur le couvain d'ouvrières (The Food and Environment Research Agency, 2010). La reine est confinée autour d'un cadre (A) grâce à une cage à reine, disponible dans le commerce (les ouvrières, plus petites en taille, passent librement à travers la cage). Après Neuf jours, le dispositif est déplacé sur un deuxième cadre (B). La même opération est renouvelée neuf jours plus tard (cadre C). A ce moment-là (J18), le cadre (A) est retiré de la ruche et éliminé. A J27, la reine est libérée et le cadre (B) est détruit. A J36, le cadre (C) est lui aussi éliminé (fig.15).

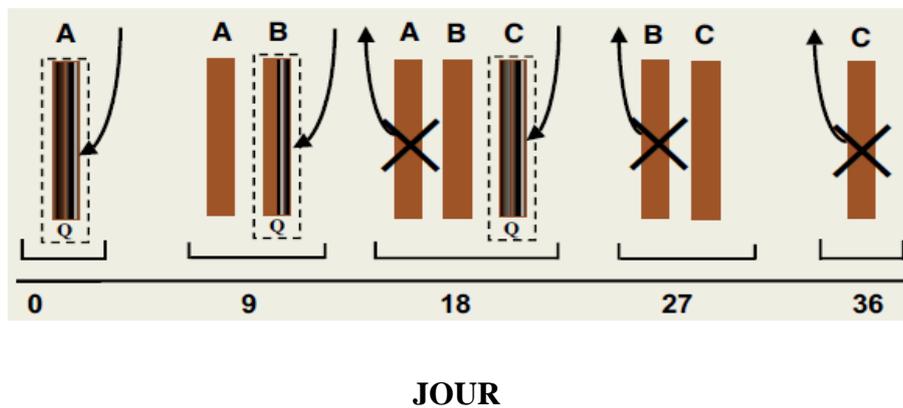


Figure 13 : Principe de la méthode de Piégeage de *Varroa destructor* dans le couvain d'ouvrières (The Food and Environment Research Agency, 2010).

Cette technique permet de baisser la charge parasitaire en éliminant les varroas présents dans le couvain d'ouvrières. Cependant, la colonie en sort affaiblie puisque qu'il n'y a aucune naissance pendant 27 jours. Elle ne peut donc pas être réalisée en fin d'été. Par ailleurs, de nombreuses manipulations sont nécessaires, ce qui implique une forte disponibilité de l'apiculteur.

2.5.2. La lutte biologique

2.5.2.1. Utilisation des champignons

Les champignons entomopathogènes offrent une perspective de lutte intéressante. La plupart des champignons germent à des températures comprises entre 25 et 32°C, inférieures à celles du couvain (35°C). Des isolats de plusieurs espèces, testés expérimentalement, ont présenté un effet pathogène chez *Varroa destructor* sans atteinte des abeilles :

Hirsutella thompsonii, *Metarhiziumanisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces spp.*, *Tolypocladium spp* et *Clonostachys rosea* (**Kanga et al., 2002 ; Shaw et al., 2002 ; Hamiduzzaman et al., 2012**).

L'application de *Hirsutella thompsonii* augmente la mortalité de *V. destructor* sans observer d'effets délétères sur la colonie d'abeille et la fécondité de la reine (**Kanga et al., 2002**). *Metarhizium anisopliae* est particulièrement intéressant car outre sa pathogénicité pour *V. destructor* (85 % de mortalités), il a la capacité de bien se développer aux températures de la ruche (**Rodriguez et al., 2009**). De plus, il a été démontré que l'effet acaricide ou insecticide de certaines molécules est potentialisé par certains champignons entomopathogènes, ce qui pourrait être potentiellement dangereux pour la colonie d'abeilles (**Santos et al., 2007**).

2.5.2.2. Utilisation des bactéries

Peu de bactéries ont été testées pour le contrôle de l'infestation par *Varroa destructor*. Des souches appartenant aux familles des Bacillaceae (*Bacillus sp.*) et des Micrococcaceae ont une pathogénicité vis-à-vis de *V. destructor* (**Tsagou et al., 2004**).

2.5.3. Lutte mécaniques

2.5.3.1. Le plateau grillagé

La première mesure mécanique permettant de réduire la progression de la population de *Varroa* est de s'équiper de ruches à faux-fonds, où un plateau grillagé, à maillage suffisamment fin pour laisser passer les varroas mais pas les cadavres d'abeilles, peut être glissé entre le fond de la ruche et les cadres. En effet, régulièrement des varroas chutent au fond de la ruche (épouillage, chute au moment de l'émergence de la jeune abeille, etc.) et un certain nombre sont vivants et sans blessures.

De nombreuses études ont montré l'intérêt de cette technique pour réduire la population de *Varroa* au sein des colonies. **Harbo et Harris (2004)** ont suivi pendant neuf semaines des ruches classiques et des ruches à fond grillagé. Ils ont caractérisé les populations de *Varroa* en fonction de la proportion d'acariens présente sur les abeilles adultes et celle présente dans le couvain. La population totale d'acarien est plus faible dans les ruches à fond grillagé et le

pourcentage de la population d'acarien située dans le couvain est moins élevé dans les ruches à fond grillagé (57%) que dans les ruches classiques (74%). Or cette population représente l'ensemble des acariens en cours de reproduction. La diminution de ce pourcentage implique donc une diminution du taux de croissance de la population de *Varroa*. L'ajout d'un plateau grillagé au fond des ruches permet alors de freiner le niveau d'infestation des colonies.

2.5.3.2. Traitement thermothérapie

Le traitement par la chaleur semble tuer *Varroa destructor* par une hyperthermie. En effet, chaque organisme possède une température optimale de survie. Les *Varroas* préfèrent de se situer entre 30 et 34°C (**Fernandez et Coineau ., 2002**), ainsi que des températures extrêmes au-delà desquelles l'organisme souffre, ce qui conduit à la mort de l'individu. Des températures de 43 à 50°C semblent provoquer une chute notable des acariens phorétiques si elles sont appliquées pendant une durée assez longue (15-20 minutes).

2.5.3.3. Saupoudrage des abeilles avec du sucre glace

Le saupoudrage des abeilles avec du sucre glace employé en pâtisserie entraîne la chute d'acariens phorétiques, les fines particules de poudre se fixant au niveau de l'apotele qui perd sa capacité d'adhérence, et cela sans nuire à la colonie d'abeilles.

Des études menées sur des échantillons d'abeilles infestées par *V. destructor* ont montré que 91 % des acariens phorétiques initialement présents chuteraient dans les 18 heures qui suivent le traitement (**Fakhimzadeh., 2001**). **Aliano et Ellis (2005)** obtiennent un résultat de 77 % en plaçant la colonie d'abeille dans une caisse dédiée au traitement. Ces résultats sont toutefois remis en cause par une autre étude. Aux États-Unis, des ruches sont traitées toutes les 2 semaines avec une application de 120 g de sucre en poudre, et cela pendant 11 mois. À l'issue de ce test, aucune différence n'est observée entre le taux d'infestation d'abeilles provenant de ruches traitées et de ruches témoins. La même observation est réalisée au niveau du couvain (**Ellis et al., 2009**).

2.5.4. La lutte chimique

Le traitement chimique doit avoir une bonne pathogénicité vis-à-vis du parasite, et doit être tolérant pour *Apis mellifera*, et un présente pas une résistance pour *varroa destructor*. Plus de 12 matières actives chimiques sont appliquées dans la région méditerranéenne (**Borneck., 1997**).

2.5.4.1. Produits chimiques d'origine organique

2.5.4.1.1. Acides organiques

Les effets acaricides de certains acides organiques, naturellement présents dans le miel, ont été prouvés : l'acide oxalique, l'acide formique et l'acide lactique.

2.5.4.1.1.1. Acide formique

L'acide formique est un composé organique présent naturellement dans le miel entre 17 et 284 mg/kg (Bogdanov., 2006), est une molécule hydrophile très volatile qui ne s'accumule ni dans le miel, ni dans la cire. Une contamination du miel peut intervenir, uniquement si les préconisations d'emploi ne sont pas respectées (Hood et McCreddie., 2001).

L'application se fait normalement au printemps ou en début d'automne, en dehors des périodes de miellés. Son efficacité est optimale lorsque les températures extérieures se situent entre 18° et 25°C et qu'il n'y a pas de miellée qui augmente l'humidité relative dans l'air ambiant de la ruche (Giovenazzo et al., 1999 ; Osterman et Currie., 2004). L'utilisation de l'acide formique est en conséquence conseillée en hiver (Bogdanov et al., 2002).

C'est le seul acaricide qui, appliqué à fortes doses, est capable de tuer *V. destructor* dans les cellules de couvain operculé (Rosenkranz et al., 2010).

2.5.4.1.1.2. L'acide lactique

L'acide lactique est une molécule hydrophile et non volatile. Il n'y a aucune action sur le couvain, le traitement doit donc s'opérer pendant l'hiver quand la température ambiante est supérieure à 4°C. Le dosage doit être précis car la marge de sécurité vis-à-vis de la toxicité chez l'abeille est plus faible qu'avec les autres acides organiques. Certaines études menées avec un traitement de 5mL par inter-cadre ont montré des défauts d'efficacité (Kraus et Berg., 1994).

2.5.4.1.2. Huiles végétales

De nombreuses études sont menées en laboratoire pour évaluer les effets acaricides et répulsifs des huiles essentielles de nombreuses plantes (Eguaras et al., 2005 ; Ruffinengo et al., 2007).

2.5.4.1.2.1. Thymol

Le thymol se trouve dans les huiles essentielles d'un grand nombre de végétaux, en particulier dans le thym (*Thymus vulgaris*) (Lee et al., 2005). Le thymol de synthèse se présente sous forme de cristaux incolores avec une odeur aromatique caractéristique. Il est soluble dans l'alcool et les corps gras. C'est une molécule retrouvée naturellement dans le miel (Wallner., 1999). C'est une molécule volatile et liposoluble. Elle peut s'accumuler dans la cire, et dans le

miel mais sa concentration décroît au fil du temps (**Lodesani et al., 1992**). Les résidus retrouvés dans le miel le sont toutefois à des doses très faibles et ne présentent aucun danger pour la consommation humaine (**Bogdanov., 2006 ; Emsen et Dodologlu., 2009**). Et des plus efficaces contre la varroase; Bien qu'on ne connaisse pas son mode d'action, on pense qu'il agit sur le système nerveux des insectes (**Bogdanov., 2003**). L'efficacité qui varie entre 54% et 98%. Les plus hautes efficacités sont obtenues lorsque les températures se situent entre 15° et 25°C et lorsque le couvain est absent (**Gregorc., 2005**).

2.5.4.1.3. Autres molécules d'origine organique

2.5.4.1.3.1. Fluméthrine (Bayvarol®)

La fluméthrine (Bayvarol®) c'est un pyréthrianoïde de synthèse parfois utilisée contre le varroa. Les pyréthrianoïdes sont des composés neurotoxiques agissant sur les canaux sodium voltage-dépendants (**Davies et al., 2007 ; Wang et wang., 2003**), des protéines membranaires dont le rôle est primordial dans la propagation du signal nerveux.

2.5.4.2. Les molécules de synthèse

2.5.4.2.1. Amitraze (Api Var®)

L'amitraze est une molécule volatile liposoluble appartenant à la famille des formamidines qui n'est stable ni dans le miel, ni dans la cire. Cette molécule est dégradée complètement en plusieurs métabolites après 3 à 4 semaines. Les métabolites engendrés ont une nature non stable, excepté un, le 2,4-dimethylaniline (DMA) (**Hong et al., 2009 ; Lodesani et al., 1992**). Le 2,4-dimethylaniline est une molécule potentiellement tératogène (**Osano et al., 2002**) et cancérigène (**IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 1987**).

2.5.4.2.2. Le tau-fluvalinate (Apistan®)

Le tau-fluvalinate est un modulateur des canaux sodiums. C'est une molécule insecticide et acaricide non sélective appartenant à la famille des pyréthrianoïdes de synthèse (**Fayolle Poncet., 2009**) qui agit principalement sur la transmission nerveuse (**Colin et al., 1997 ; Rosenkranz et al., 2010**). Cette molécule est non volatile et liposoluble. Les caractéristiques chimiques de cette molécule font qu'elle s'accumule dans la cire, accumulation qui de plus perdure dans le temps. Des résidus peuvent également être retrouvés dans le miel (**Lodesani et al., 2008**).

En raison de ses facilités d'utilisation (une seule application annuelle), de sa très bonne efficacité, des méthodes d'application peu rigoureuses et en dehors des recommandations. Toutefois, le pourcentage d'acariens résistants au tau-fluvalinate semblerait décroître de près

de 10 % dans les populations de *V. destructor*. Ce phénomène est lié à une dilution des parasites résistants aux pyréthrinoïdes dans la cohorte de parasites sensibles. Ce phénomène peut être exploité dans le cadre de programmes de gestion de la résistance (**Milani et Della Vedova., 2002**).

2.5.4.2.3. Bromopropylate (folbex®)

Le bromopropylate (isopropyl 4,4'-dibromobenzilate) a été utilisé dans les débuts de la lutte contre le varroa (commercialisé en fumigation sous le nom de Folbex VA) (**Ritter et Perschil., 1983**). Folbex® c'est un produit présenté sous forme de bandelettes de papier imprégné du principe actif, action par fumigation, peu toxique pour l'abeille, efficacité variable, non efficace sur le varroa dans le couvain, résistance possible, problème de résidus dans le miel et la cire (**Boucher., 2004**). Folbex® est le premier produit utilisé en Algérie comme traitement contre *Varroa destructor* après son entrée de la frontière Algérie-Tunisienne.

2.5.4.2.4. Le coumaphos

Le coumaphos appartient à la famille des organophosphates, il agit donc comme inhibiteur de l'acétylcholinestérase (**Fukuto., 1990**), est facilement absorbé par voie digestive, plus modérément par voie cutanée ou respiratoire. Produit non volatil, s'accumule dans les cires du fait de sa liposolubilité, cires qui deviennent alors toxiques pour les abeilles et peut migrer dans le miel (**Boucher., 2004**). De plus, des cas de résistances sont notifiés dans les régions utilisatrices.

3. Présentation des insecticides retenus pour cette étude

3.1. Acide oxalique :

L'acide oxalique est un acide organique de formule chimique $H_2C_2O_4$, C'est une molécule hydrosoluble, non volatile, est un constituant naturel du miel et de nombreux végétaux (rhubarbe, épinard, betterave rouge...). Sous la forme d'une poudre blanche, Le traitement avec l'acide oxalique n'est pas anodin pour les abeilles, Il doit être appliqué une seule fois dans l'année au cours de la période sans ou avec le minimum de couvain (généralement en novembre et décembre) (**Barbançon, et Monod., 2005**), pour obtenir une bonne efficacité avec des températures supérieures à 3°C.

L'acide oxalique peut être appliqué :

- Par dégouttement dans une solution sucrée versée directement sur les abeilles dans les passages inter-cadres,
- Sous forme de cristaux qui se subliment dans la ruche,
- Par pulvérisation d'une solution aqueuse sur les abeilles qui se tiennent sur les rayons.

➤ **Méthode par dégouttement**

Cette méthode est la plus applicable pour les apiculteurs ayant un grand nombre de ruches. Est la plus rapide (une minute par ruche) et la moins dangereuse pour l'apiculteur. Consiste en l'application d'une 35 à 45g d'acide oxalique dihydraté dans un litre d'eau sucrée directement sur les abeilles par dégouttement à raison de 5 ml par inter-cadre occupé par les abeilles. Il faut toucher un maximum d'abeilles, sachant que les abeilles vont également le transmettre entre elles par contact. Un seul passage sous peine d'abimer la cuticule des abeilles. **(Rademacher et harz., 2006).**

➤ **Méthode par pulvérisation**

Cette méthode est réalisée avec une solution d'acide oxalique à 3% (30 g par litre d'eau sucrée). Cette solution est pulvérisée directement sur les abeilles : chaque cadre est sorti de la ruche un à un, et est retourné pour appliquer la solution sur toutes les abeilles, avec des températures extérieures supérieures à 5°C pour ne pas trop affaiblir la colonie en sortant les cadres, elle dure 4 à 5 minutes par ruche **(Rademacher et harz., 2006).**

➤ **Méthode par évaporation (sublimation)**

L'application nécessite un évaporateur électrique ou au gaz. Les cristaux d'acide oxalique dihydraté (1à 2g selon le format de ruche) sont chauffés jusqu'à évaporation. Cette dernière technique semble être plus efficace par temps froid, la température extérieure doit être comprise entre 4°C et 16°C. Le principal avantage de cette technique rapide et efficace est que l'ensemble de la colonie est atteint de façon homogène, sans même avoir à soulever le toit de la ruche **(Faure et Boutry., 2016).**

3.1.1. Mode d'action, efficacité

Le mode d'action de l'acide oxalique contre *V. destructor* est encore inconnu, mais un contact entre cet acarien et l'acide oxalique est nécessaire pour obtenir une efficacité de ce traitement. Et efficace à l'encontre de *V. destructor* quand il est administré en solution sucrée, permettant une bonne adhésion des produits actifs aux abeilles **(Aliano et Ellis., 2008)**. Par contre, dilué dans l'eau seulement, il ne présente aucun effet sur l'ectoparasite **(Charrière et Imdorf., 2002).**

Des études effectuées par **Nozal et al., (2003)** ont montré que l'acide oxalique traverse la cuticule et pourrait contribuer à l'effet toxique. Une partie de l'acide oxalique est aussi ingérée par les abeilles (**Martin- Hernandez et al., 2007**), notamment lors du comportement de nettoyage, qui est par ailleurs fortement induit chez les abeilles traitées, du à la présence des résidus de cet acaricide sur la surface du corps des abeilles (**Schneider et al., 2012**). Ainsi, suite à l'ingestion de l'acide oxalique, on assiste à une résorption insuffisante des nutriments à travers l'épithélium de l'intestin entraînant un affaiblissement des abeilles (**Martin-Hernandez et al., 2007**). L'acide oxalique provoque des lésions cellulaires non seulement au niveau des organes digestifs (**Gregorc et SmodisSkerl., 2007**) et excréteurs (**Martin-Hernandez et al., 2007**) mais également au niveau des glandes salivaires (**Silva-Zacarin et al., 2006**). L'acide oxalique cause une réduction du couvain (**Higes et al., 1999**), une mort larvaire (**Gregorc et al., 2006**) et des pertes de reines (**Higes et al., 1999**). Il entraîne une diminution de l'activité des ouvrières (**Schneider et al., 2012**).

3.2. Chlorure de lithium :

Chlorure de lithium est un produit très efficace contre le parasite varroa qui décime les colonies d'abeilles. Qui a été découvert par un chercheur allemand de l'Université de Hohenheim. Est un composé chimique de formule LiCl. Il est soluble dans l'eau, donc il n'y a aucun problème d'accumulation de résidus dans la cire, mais il faudra vérifier si l'application du traitement n'engendre pas l'accumulation problématique de résidus dans le miel. Leurs éventuels effets sur l'homme seront aussi à prendre en compte. En effet, ces sels ont été utilisés dès la fin du 19ème siècle comme substances antidépressives. Enfin, les sels de chlorure de lithium ne sont pas dégradables et peuvent donc s'accumuler dans la nature. Une évaluation de cet impact potentiel sur l'environnement sera également nécessaire.

Le chlorure de lithium pourrait permettre de s'affranchir des problèmes de température et d'humidité inhérents à l'usage de substances volatiles telles que l'acide formique ou les huiles essentielles et être ainsi d'une efficacité plus stable et représenter moins de risque de pertes de reines (**Dainat et al., 2018**).

3.2.1. Mode d'action

Car les essais n'en sont qu'à leurs débuts. Le chlorure de lithium, administré avec un sirop, a été testé sur des jeunes colonies sans couvain. Or, il est impératif de savoir si le produit garde toute son efficacité sur une ruche avec du couvain operculé. «Il faut pour cela comprendre le mode d'action de la substance active», poursuit **Charrière**.

1. Objectif de l'étude

L'étude porte sur une comparaison de l'efficacité du chlorure de lithium et de l'acide oxalique sur le *Varroa destructor*.

2. Matériel

2.1. Matériel biologique :

- **Matériel de laboratoire :**

Le matériel biologique utilisé concerne l'abeille domestique locale qui est *Apis mellifera intermissa* issues de la même reine et d'âge indéterminé. Nous avons testé des abeilles d'hiver prélevées. Ces ruches n'ont fait l'objet ni de la transhumance ni de traitements à l'aide d'acaricides.

- **Matériel de terrain :**

Colonies d'abeilles parasitées par le varroa et logées dans les ruches Langstroth.

2.2. Matériel non biologique :

- **Les produits :**

Au niveau de laboratoire et dans le terrain nous avons utilisé les produits suivants :

- Acide oxalique (référéncé) : on utilise la dose suivant 444,29mmol.
- Chlorure de lithium : On prépare une solution avec 1.56g/ L de chlorure de lithium

pour 5ml de solution du sucre.

2.3. Autre matériel :

- **Au laboratoire :**

Nous avons utilisé le matériel suivant :

- **Cagette Pain**

Les cages de contention de type Pain (12 x 11 x 8 cm) sont en bois, fermées sur deux côtés par des plaques fines de plexiglas amovibles et percées d'orifices permettant l'aération. Le dessus de la cage est constitué d'une plaque en bois fixe, percée de deux orifices. Ces derniers permettent le passage de deux tubes à essai de 5 ml servant d'abreuvoir et de nourrisseur.

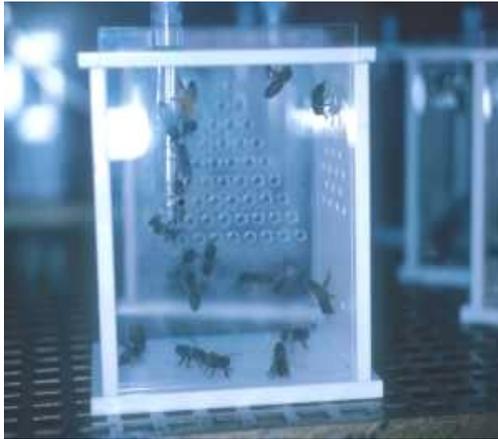


Figure 14 : Cagette Pain 1966
(Ratia, 2009)



Figure 15 : Cagettes Pain modifiées
(10×8,5×6cm) (Source personnelle, 2019)

- **Sur terrain :**

Utilisation de récipient pour contenir des abeilles, du sucre glace, une seringue ainsi que tout le matériel nécessaire pour la visite d'une ruche.

3. Dispositif expérimental

3.1. Dispositif expérimental sur terrain

L'expérimentation a été effectuée dans le rucher expérimental de Boufarik qui comprend 12 ruches, divisée en 3 lots ; chaque modalité de traitement est constituée de 04 ruches. Dans ce rucher la race de l'abeille est *Apis mellifera intermissa*. L'expérimentation a été réalisée le 23/10/2018, tandis que le diagnostic après traitement a été effectué le 22/11/2018.

- Lot N° 1 : colonies traitées avec chlorure de lithium à la dose 25 mmol.

On a préparé 1.56g de chlorure de lithium dans un litre de solution qui contient (50ml l'eau + 950ml solution de sucre).

- Lot N° 2 : colonies traitées avec l'acide oxalique. Une solution contenant 40g d'acide oxalique dans un litre d'eau sucrée (sirop) est préparée par l'apiculteur.

Les deux solutions (AO et LiCl) sont administrées aux abeilles par la méthode de dégouttement. Cette méthode consiste à verser au moyen d'une seringue, 50 ml d'une solution d'acide oxalique et 500 ml de chlorure de lithium dans l'intervalle des cadres occupés par les abeilles.

- lot N° 3 Le dernier lot constitue le témoin. Les ruches ne reçoivent aucun traitement.

3.1.1. Evaluation de l'infestation par varroa des colonies avec la méthode au sucre glace :

La méthode consiste à prélever sur plusieurs cadres de chaque ruche environ 300 abeilles adultes et de les transférer dans un récipient pour la mesure du taux d'infestation. Ensuite, selon la méthode au sucre glace sont ajoutés dans un récipient contenant les abeilles et obturé d'un grillage étanche aux abeilles. Le récipient est légèrement agité afin que les abeilles soient bien recouvertes de sucre. L'agitation est maintenue jusqu'à ce que la totalité des varroas puissent se détacher de leurs hôtes. On retire les abeilles et on les compte tout en vérifiant qu'aucun parasite n'est resté fixé sur les abeilles.

A la fin de l'opération on compte aussi le nombre de varroas restés au fond du bocal. On calcule le taux d'infestation.

3.1.2. Calcul des taux d'infestation

Au cours de notre expérience, le taux d'infestation par l'acarien a été évalué dans les colonies traitées avec (l'acide oxalique et chlorure de lithium) et non traitées, sur des abeilles adultes, par la formule suivante :

$$\text{Taux d'infestation} = \frac{\text{Nombre de varroas}}{\text{Nombre d'abeilles}} \times 100$$

3.1.3. Calcul des taux d'efficacité :

L'efficacité des traitements acaricides a été évaluée sur la base du pourcentage de mortalité du varroa en tenant compte aussi de la mortalité naturelle des acariens dans les ruches témoins (Floris et al, 2001 ; Satta et al, 2005) selon la formule :

$$M\% = 100 [1 - (Bc \cdot At / Bt \cdot Ac)]$$

Bt et At: Correspondent aux taux d'infestation par le varroa dans les ruches traitées respectivement avant et après traitement.

Bc et Ac: Correspondent aux taux d'infestation par le varroa dans les ruches non traitées (témoins) respectivement avant et après traitement.

3.2. Dispositif expérimental au laboratoire

3.2.1. Préparation et conservation des abeilles

La veille de l'essai, les abeilles sont prélevées de la colonie puis sont immédiatement soumises à une brève anesthésie par diffusion de dioxyde de carbone à faible débit. L'anesthésie permet d'immobiliser les abeilles afin de les répartir dans les cagettes de contention de type Pain à raison de 20 individus par cagette. Chaque modalité de traitement est constituée de 3 cagettes d'abeilles.

L'alimentation en candi (mélange de sucre glace et de miel) et l'eau pure sont réalisées par un tube à hémolyse en plastique percé.

Toutes les cagettes sont placées dans une étuve métallique, à l'obscurité climatisée à $25 \pm 2^\circ\text{C}$ et à une humidité relative supérieure à 50% et 70%. Le taux d'humidité est assuré par la présence de bacs d'eau placés dans l'enceinte.

Les essais sont répétés deux fois en renouvelant chaque fois les abeilles et les solutions de produits à tester.

3.2.2. Mode d'administration

La méthode de laboratoire officielle CEB n°95 permet d'évaluer la toxicité aiguë des produits phytopharmaceutiques, chez l'abeille adulte *Apis mellifera*, par détermination des doses létales 50 (DL50) orale 24, 48 et 72 heures après les traitements.

La toxicité aiguë, définie comme la toxicité induite par l'administration d'une dose unique de toxique après ingestion, a été étudiée (Suchail et al, 2001). C'est pour se rapprocher des modes de contamination induits par l'acide oxalique et chlorure de lithium que les intoxications par voie orale ont été testées.

3.2.2.1. Ingestion collective

L'unité expérimentale est la cage de 20 abeilles.

Avant le traitement, les abeilles sont soumises à un jeûne de 2 heures à $25 \pm 2^\circ\text{C}$ et à l'obscurité, pour favoriser le phénomène de trophallaxie (échange de nourriture) et pour induire un même niveau d'appétit.

Pendant le test, chaque lot d'abeille est nourri de 200 μL (soit 10 μL par abeille) à l'aide d'une solution de saccharose à 55,5 % (poids/volume) contenant le produit à différentes doses (50mmol, 25mmol, 10mmol, 5mmol, 1mmol) de substance active (chlorure de lithium); acide oxalique (référence 14/02/2017) et de solution de saccharose pour les traitements témoins.

Les traitements témoins permettent d'évaluer la toxicité du chlorure de lithium et comparer avec l'acide oxalique.

Pendant toute la durée de l'étude, les abeilles sont placées à l'obscurité dans une enceinte climatisée à 25 ± 2 °C avec une humidité relative d'environ 60%.

Après avoir consommé leur solution de saccharose contenant les différentes doses, les abeilles sont alimentées avec du candi et de l'eau, elles sont placées à l'obscurité dans une étuve à 25 ± 2 °C avec une humidité relative d'environ 60%.

3.2.2.2. Préparation de la solution sucrée :

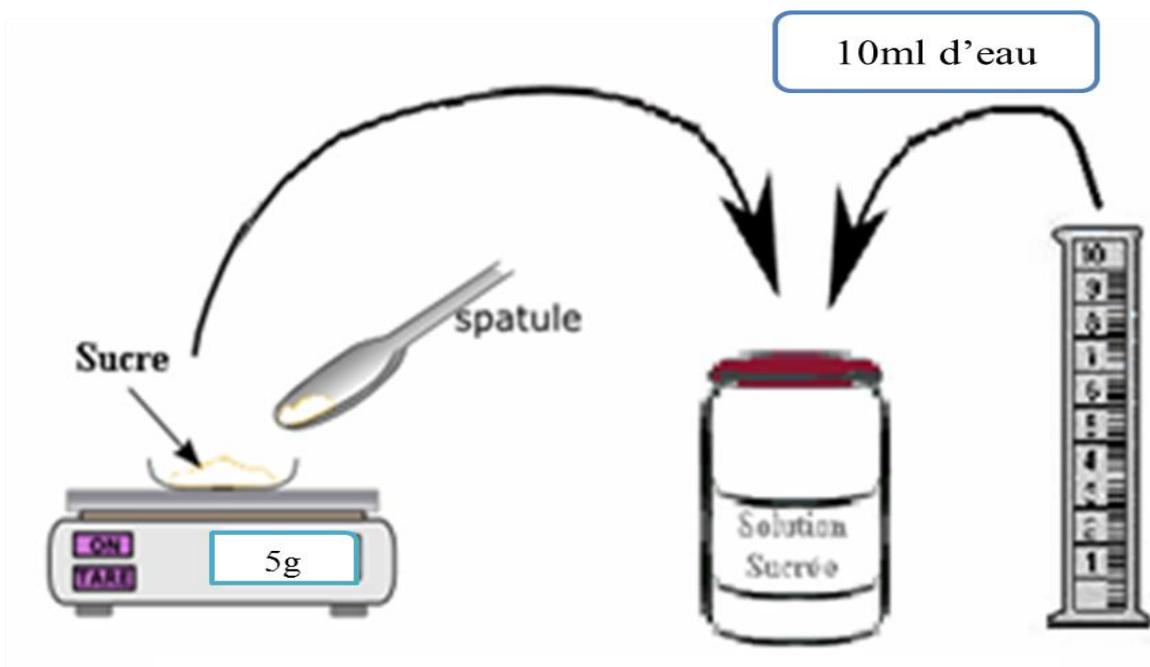


Figure 16 : préparation de la solution sucrée.

3.2.2.3. Préparation de la solution mère et de ses dilutions :

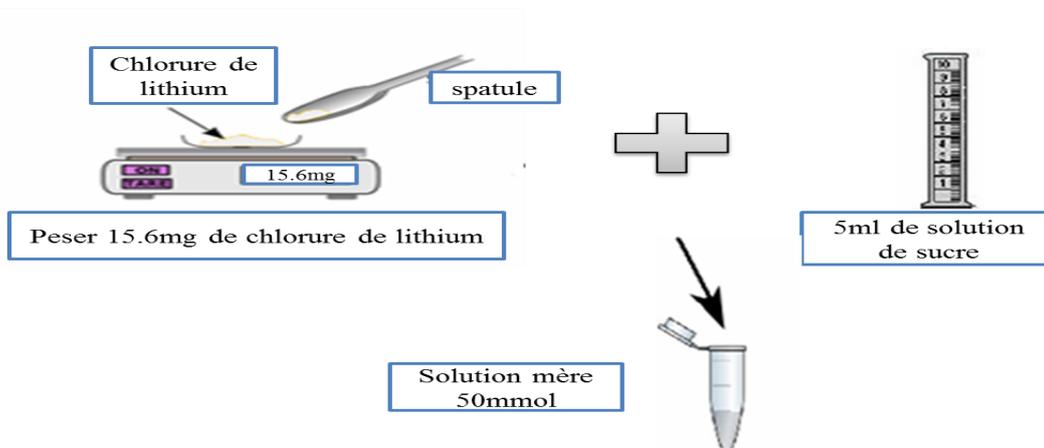


Figure 17: préparation de la solution mère 50mmol

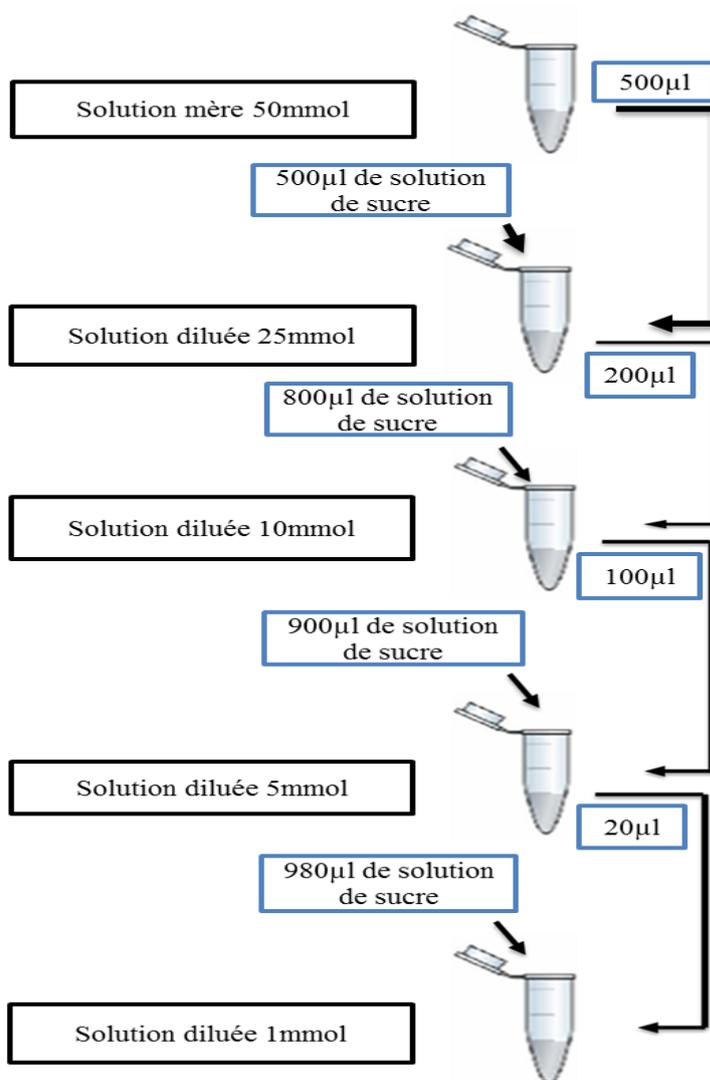


Figure 18: préparation des dilutions (50mmol, 25mmol, 10mmol, 5mmol et 1mmol)

4. La méthode C.E.B.95

La méthode C.E.B. n° 95 recommande de tester une mode d'exposition : l'ingestion collective où le phénomène de trophallaxie assure la distribution du sirop toxique.

L'unité expérimentale est la cagette Pain (1966) de 20 abeilles. Chaque modalité de traitement comprend 3 cagettes d'abeilles. On répète les tests 3 fois en renouvelant les abeilles et les solutions de traitement. C'est à partir de 180 individus par dose testée qu'on établit la DL50.

Selon la méthode C.E.B. n°95, pour que le test soit valide, la mortalité dans la cage témoin doit être inférieure ou égale à 10 %. La DL50 calculée doit être comprise entre les deux doses extrêmes testées.

Les valeurs de DL50 varient en fonction du mode de traitement et de matière actives testées.

5. Étude statistique

5.1. Contrôle de la mortalité

Toutes les abeilles parfaitement immobiles, à un moment défini, sont considérées comme mortes. La mortalité des abeilles dans les cagettes témoins doit être inférieure à 10% de la population initiale d'abeilles.

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

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

5.1.1. Correction de la mortalité

La mortalité obtenue est corrigée par la formule d'ABBOT (1925).

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

$$\left\{ \begin{array}{l} M_1 : \text{Pourcentage de mortalité dans le lot témoin} \\ M_2 : \text{Pourcentage de mortalité dans le lot traité} \\ M_c : \text{Pourcentage de mortalité corrigée} \end{array} \right.$$

5.1.2. Détermination de la DL 50

La dose létale 50 (DL50) représente la dose de toxique conduisant à la mort de 50% des individus. Cette DL50 rend compte de la toxicité intrinsèque de la substance active considérée. Pour la DL50, nous avons procédé à une transformation en Probit des pourcentages des mortalités corrigées, et la transformation en logarithme décimal de la dose.

Ces transformations nous permettent d'établir l'équation de droite de régression « probit logarithme » de type :

$$Y = aX + b \quad \begin{cases} Y : \text{probit des mortalités corrigées} \\ X : \text{Logarithme des doses} \end{cases}$$

La DL 50 sera égale à l'anti - log x, avec : x = log dose, correspondant au Probit de 50 de graphe de régression.

5.2. Analyse statistique :

Les données ont été analysées en utilisant le logiciel XLSTAT 7.5.2, en faisant appel à un test ANOVA à deux facteurs. Une valeur de $p < 0,05$ est considérée comme significative.

Résultat**1. Résultats de terrain :**

Le diagnostic pour la mise en évidence du taux d'infestation des colonies par les varroas est représenté dans le tableau I et figure 19.

Tableau I : Taux d'infestation des colonies d'abeilles

	les ruches	Avant traitement		Après traitement	
		Nombre de varroa	Taux d'infestation %	Nombre de varroa	Taux d'infestation %
Chlorure de lithium	1	17	5.66%	12	4%
	2	12	4%	24	8%
	3	8	2.66%	15	5%
	4	8	2.66%	12	4%
acide oxalique	5	8	2.66%	14	4.66%
	6	9	3%	15	5%
	7	14	4.66%	11	3.66%
	8	19	6.33%	23	7.66%
Témoin	9	13	4.33%	19	6.33%
	10	22	7.33%	35	11.66%
	11	32	8%	45	14.66%
	12	21	7%	76	25.33%

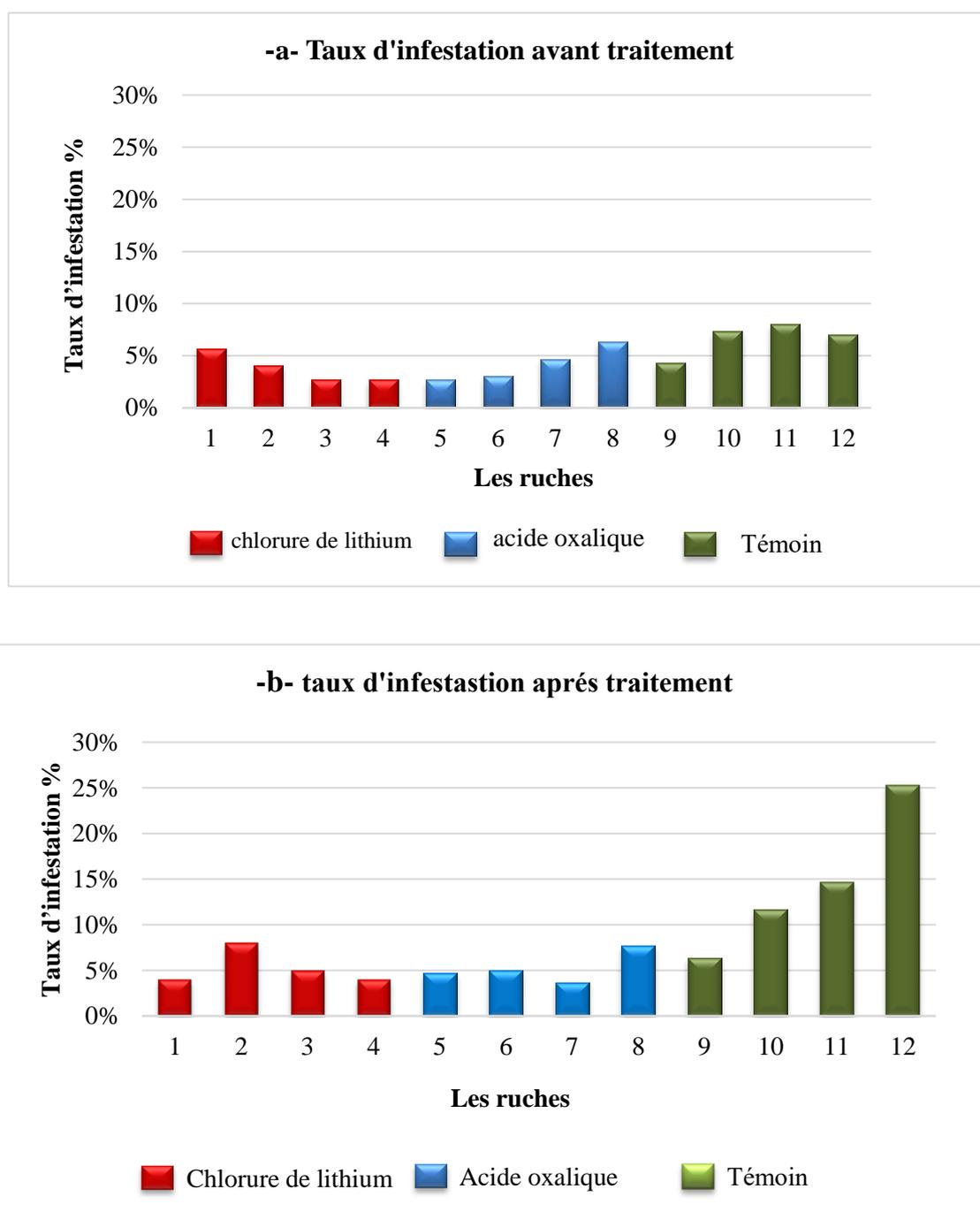


Figure 19 : Taux d'infestation des colonies d'abeilles.

La figure 19 représente une comparaison entre le taux d'infestation avant (a) et après (b) traitement avec l'acide oxalique, le chlorure de lithium et le témoin.

1.1. Résultats du diagnostic avant traitement (20/10/2018)

Nous avons constaté que les ruches 2 jusqu'à 7 et 9 sont faiblement parasitées et présentent un taux d'infestation compris entre 2.66 % et 4.66%, cependant les ruches 1, 8, 10, 11 et 12 présentent déjà un taux d'infestation respectif de 5.66, 6.33, 7.33, 8 et 7%.

1.2. Résultats du diagnostic après traitement (22/11/2018)

Au cours de 4 semaines après traitement les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau I et figure 19.

- **Traitement avec chlorure de lithium** : On a observé une légère augmentation du nombre de parasites dans les ruches 2, 3 et 4 respectivement de 24, 15 et 12, sauf celui de la ruche 1 où le nombre de parasites est de 12.
- **Traitement avec acide oxalique** : nous avons une diminution du nombre des varroas dans la ruche 7, il est à noter que le nombre de varroa dans les ruches 5, 6 augmente légèrement alors que dans la ruche 8 il est plus élevé (n= 23).
- **Témoin** : les nombres de varroas est élevé dans les 4 ruches (9, 10, 11 et 12) puisqu'on enregistre respectivement 19, 35, 45 et 76 parasites.

1.3. Taux moyens d'infestation

Tableau II : Taux moyens d'infestation de chaque lot.

Produit	Chlorure de lithium	Acide oxalique	Témoin
Taux moyen d'infestation avant traitement	3.745	4.1625	6.665
Taux moyen d'infestation après traitement	5.25	5.245	14.495

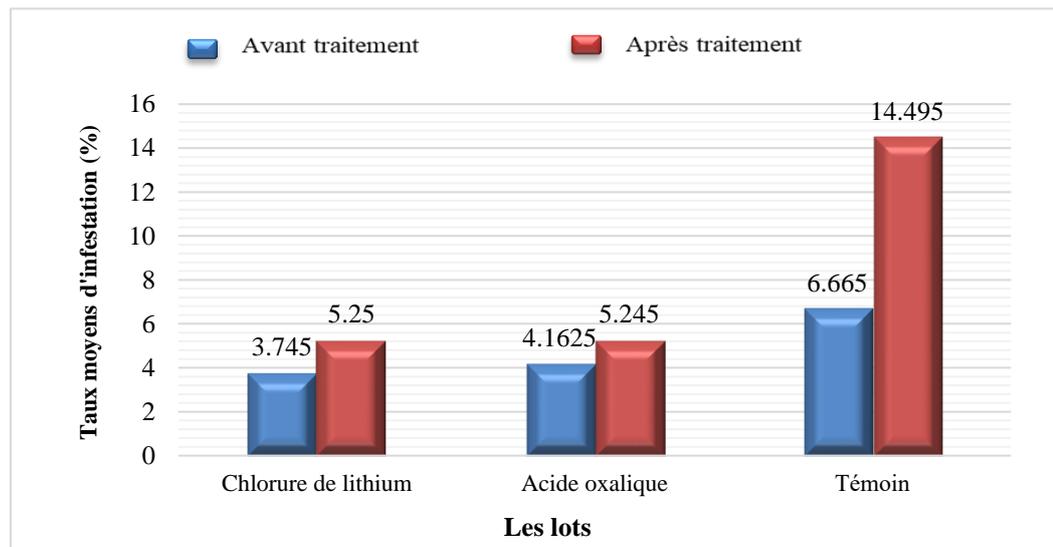


Figure 20 : comparaison des différents taux d'infestation.

Nous avons évalué les taux d'infestation moyens des 3 lots (chlorure de lithium, acide oxalique et témoin).

Nous avons observé une légère augmentation de moyenne de taux d'infestation de chlorure de lithium et acide oxalique. On a aussi la moyenne de taux d'infestation dans lot témoin où on enregistre une augmentation deux fois plus qu'avant 4 semaines.

Nous avons remarqué que la moyenne de taux d'infestation traitée avec chlorure de lithium et l'acide oxalique est plus faible par rapport au témoin.

1.4. Taux d'efficacité :

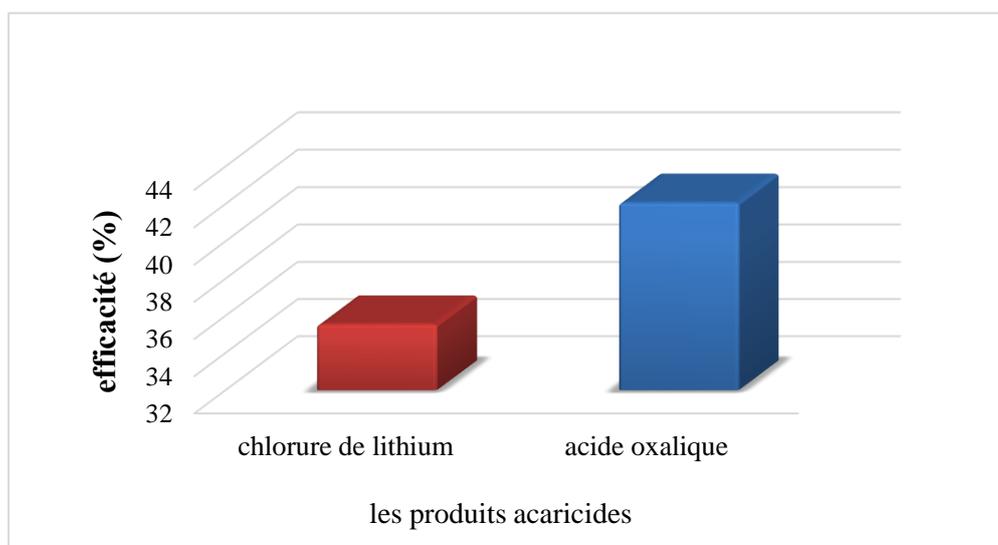


Figure 21 : comparaison de l'efficacité entre l'acide oxalique et le chlorure de lithium.

L'efficacité la plus élevée est obtenue avec acide oxalique, où le pourcentage enregistré est de 42.06%. Par contre pour l'acaricide synthétique (chlorure de lithium), l'efficacité de traitement dans le contrôle de l'infestation du varroa est de 35.54%.

2. Résultats au laboratoire

2.1. Toxicité aigüe chez *Apis mellifera I* par ingestion :

Les résultats de toxicité aigüe par ingestion, obtenus lors de dénombrement après traitement à base de chlorure de lithium et acide oxalique, sont représentés dans le tableau III.

Tableau III : Toxicité de chlorure de lithium et acide oxalique vis-à-vis des lots d'abeilles *Apis mellifera intermissa*

Doses (mmol)	Log Dose	Temps (h)	Mortalité brute(%)	Mortalité corrigée (%)	Probits
Dose 1=50mmol	1,69	24	13,33	13,33	3,84
		48	15	15	3,96
		72	30	28,81	4,44
Dose2=25mmol	1,39	24	11,66	11,66	3,80
		48	15	15	3,96
		72	18,33	16,94	4,04
Dose3=10mmol	1	24	8,33	8,33	3,61
		48	10	10	3,72
		72	10	8,47	3,62
Dose4=5mmol	0,69	24	6,66	6,66	3,49
		48	8,33	8,33	3,61
		72	10	8,47	3,62
Dose5=1mmol	0	24	3,33	3,333	3,16
		48	3,33	3,33	3,16
		72	11,66667	10,16	3,72
AO = 444,29mmol	/	24	30	30	4,48
		48	30	30	4,48
		72	31,66667	30,50	4,49
Témoin	/	24	0	/	/
		48	0	/	/
		72	1,666667	/	/

La mortalité corrigée la plus faible obtenue par les doses (10, 5 et 1 mmol) est de (1% et 10%) pendant 24h et 48h.

Pour les doses D1, D2, les taux de mortalité corrigée les plus élevés est de 28.81 et 16.94 a été enregistré 72h après traitement.

Pour l'acide oxalique, le taux de mortalité corrigée est plus élevée $\geq 30\%$ a été enregistré après 24h jusqu'à 72h.

Les résultats de la cinétique de mortalité et relation dose-mortalité sont représentés respectivement sur les Figures N°22, N°23.

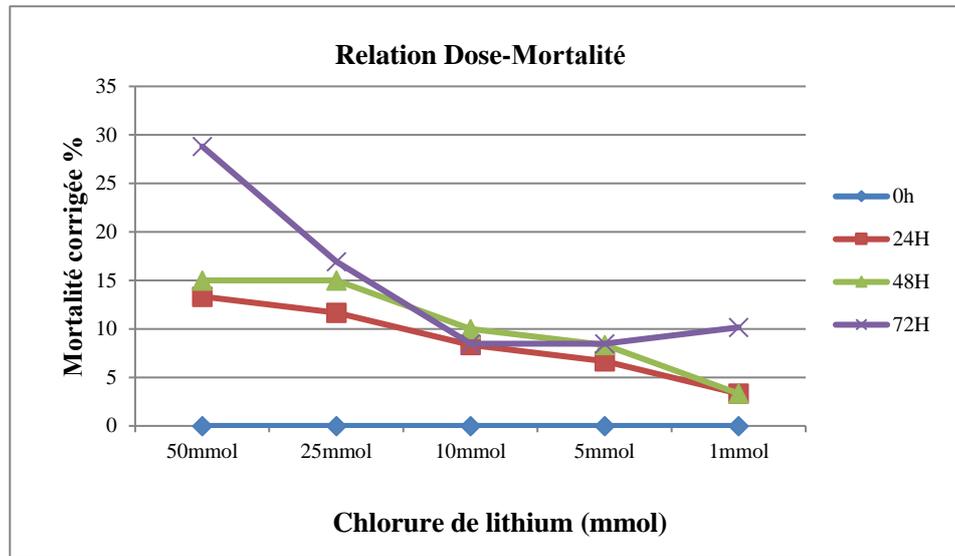


Figure 22 : Toxicité orale aigüe du chlorure de lithium chez l'abeille *Apis mellifera intermissa*.

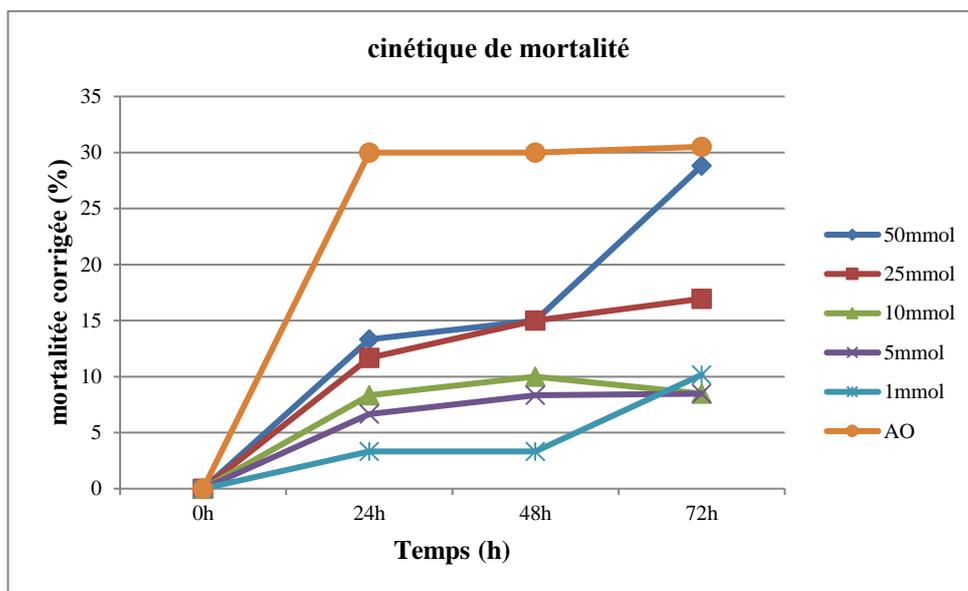


Figure 23 : Toxicité orale aigüe du chlorure de lithium et acide oxalique chez l'abeille *Apis mellifera intermissa*.

La mortalité corrigée correspond à la mortalité des abeilles intoxiquées par le chlorure de lithium corrigée.

La mortalité des abeilles est suivie à différents temps pour des doses données du chlorure de lithium : 50, 25, 10, 5, et 1 mmol et acide oxalique.

2.2. Détermination de la DL50 :

Le taux de mortalité inférieure 50% donc le produit faiblement toxique sur l'abeille, n'est pas nécessaire de déterminer la DL50.

2.3. L'analyse de variance (ANOVA à deux facteurs) :

Les données obtenues sont traitées statistiquement par le logiciel XLSTAT 7.5.2 :

Le tableau IV : l'analyse de variance ANOVA.

Facteur	SCE	ddl	CM	F cal	P
Dose	5311.111	6	885.185	7.854	0.000
Temps	381.746	2	190.873	1.694	0.196
dose *temps	362.698	12	30.225	0.268	0.991

Interaction jours et dose de traitement l'analyse de l'ANOVA montre ne sont pas différentes significativement avec des valeurs ($P=0.991$; $p>5\%$).

✓ Tests de comparaisons multiples pour la variable Doses

Tableau V : Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les doses (chlorure de lithium).

Modalités	Pr. > Diff	Significatif
D5 ~ T	0.894	Non
D5 ~ D1	0.485	Non
D5 ~ D2	0.081	Non
D5 ~ D3	0.991	Non
D5 ~ D4	0.999	Non
D4 ~ T	0.639	Non
D4 ~ D1	0.225	Non
D4 ~ D2	0.783	Non
D4 ~ D3	1	Non
D3 ~ T	0.485	Non
D3 ~ D1	0.342	Non
D3 ~ D2	0.894	Non
D2 ~ T	0.045	Oui
D2 ~ D1	0.962	Non
D1 ~ T	0.003	Oui

Le test de Tukey réalisé avec un risque de 5% indique que les paires (D5~T), (D5~D1) (D5~D2), (D5~D3), (D4~T), (D4~D1), (D4~D2), (D3~T), (D3~D1), (D5~D4), (D4~D3), (D3~D2) et (D1~T) ne sont pas différentes significativement, par contre les paires (D2~T) et (D1~T) sont différentes significativement.

Tableau VI: Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les doses (chlorure de lithium) et acide oxalique.

Modalités	Pr. > Diff	Significatif
AO ~ T	0.000	Oui
AO ~ D1	0.000	Oui
AO ~ D2	0.000	Oui
AO ~ D3	0.001	Oui
AO ~ D4	0.024	Oui
AO ~ D5	0.225	Non

Le test de Tukey réalisé avec un risque de 5% indique que les paires (AO~D5) ne sont pas différentes significativement, par contre les paires (AO~T) (AO~D1) (AO~D2), (AO~D3) et (AO ~ D4) sont différentes significativement.

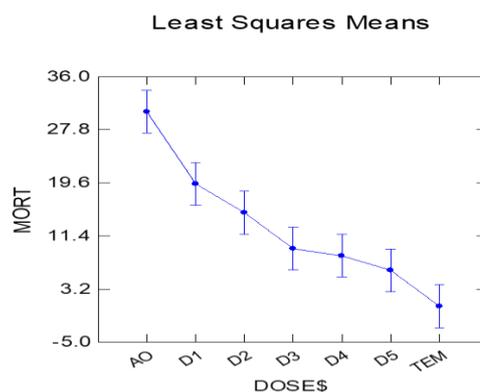


Figure 24 : Graphique des moyennes

L'analyse de la variance révèle que ne sont pas différent significative à 5 %. Cela veut dire que l'augmentation des doses entraîne une croissance de la mortalité.

Et on peut le voir sur le graphique 24 que plus la dose augmente, plus la mortalité augmente et on peut aussi observer la grande différence entre la mortalité observée chez le lot témoin qui est nulle par rapport aux lots traités.

Discussion

L'abeille domestique est un des principaux pollinisateurs, qui est soumise durant toute sa vie à de nombreux stress toxiques environnementaux. Ce risque est le fruit d'un rapport entre la toxicité d'un composé et les doses auxquelles les individus sont exposés. De nombreuses études se sont penchées sur la mesure de l'efficacité des produits utilisés par les apiculteurs et les agriculteurs sur le parasite de l'abeille *V. destructor* et les effets secondaires de ces composés pour l'abeille.

Nous avons utilisés deux traitements acaricides employés dans notre étude, synthétique (chlorure de lithium), et naturel (l'acide oxalique). Cette étude nous a permis d'évaluer l'efficacité de ces deux acaricides sur le parasite *V. destructor* ainsi que leurs effets secondaires sur l'abeille *A. mellifera intermissa*.

1. Efficacité des acaricides sur le *Varroa destructor*

L'étude de la dynamique de la population du varroa nous a permis de déterminer le degré d'infestation de nos colonies. D'après **Faucon (1992)** ; l'action pathogène du varroa est liée directement à la proportion du nombre de parasite par rapport au nombre d'abeilles dans la colonie et les symptômes s'aggraveront quand la population d'abeilles diminuera pendant que celle du varroa restera constante ou continuera de progresser. Après avoir calculé les nombre de varroa, nous avons remarqué une légère augmentation du taux d'infestation, Cette augmentation est dû à la naissance de quelques abeilles operculées ou bien à un certain nombre de varroas ayant échappé l'action des deux produits. Le taux d'infestation moyen dans les ruches traitée avec LiCL (5.25%) et AO (5.245%), et non traitée témoin (14.495%) n'est pas significatif (Figure 20).

Les résultats de notre étude indiquent clairement que l'acaricide naturel acide oxalique montre une meilleure efficacité dans la lutte contre *V. destructor* (42.06% pour les abeilles adultes) par rapport à l'acaricide synthétique chlorure de lithium (35.54% pour les abeilles adultes) (figure 21).

Les résultats relatifs à la mortalité des acariens suite au traitement avec l'acaricide naturel acide oxalique (40g) sont également conformes avec les travaux scientifiques dans le cas où le

traitement a été utilisé en présence de couvain, l'efficacité est inférieure à 50%. En absence de couvain l'efficacité au-dessus de 95%, (**Charriere et Imdorf, 2002 ; Gregoric et Planing, 2002 ; Gregorc, 2005 ; Rademacher et Harz, 2006 ; Chen et Chen, 2008**). Cela limite l'emploi de l'AO aux régions où il y a des arrêts de couvain. Ce traitement revêt un grand intérêt en tant que traitement complémentaire (après thymol ou acide formique par exemple). Il semble d'après certaines études que les solutions d'AO agissent par leur acidité (pH voisin de 0,9) (**Charrière et Imdorf, 2002**). Il est établi que l'AO traverse la cuticule des insectes et des acariens par voie topique et se retrouve dans les tissus de l'abeille quelques heures après l'administration. Cependant, son mécanisme d'action reste à découvrir (**Nanetti et al, 2003**).

L'acide oxalique est très efficace à la condition que les ruches puissent se rendre jusqu'à ce moment sans subir des dommages irréversibles occasionnés par les fortes densités de varroas. (**Giovenazzo et Dubreuil, 2011**).

L'acide oxalique, bien qu'il soit naturellement présent dans le miel et non polluant ; il constitue une bonne alternative comme traitement acaricide à l'égard de *V. destructor*, et qu'aucun phénomène de résistance de cet ectoparasite à cette substance n'ai été décrit à ce jour (**Le Conte et al, 2010**), il n'est cependant pas sans effets néfastes sur les abeilles.

Selon les recherches décrites par **Dainat et al, (2018)**, des essais sur des ouvrières infestées par varroa et élevées en cagette ont montré une très bonne efficacité du chlorure de lithium à éliminer les varroas et une très bonne tolérance par les abeilles adultes. De plus, le traitement par nourrissage de 9 essaïms artificiels a atteint près de 90% d'efficacité contre Varroa, ce qui correspond plus ou moins à celle obtenue avec un traitement à l'acide oxalique.

2. Effets des acaricides sur l'abeille :

Le test de toxicité aiguë en laboratoire, consiste exposer ou à administrer aux différents lots des abeilles, de deux insecticide ; chlorure e lithium 5 dose (50, 25, 10, 5 et 1mmol) et acide oxalique un seule dose (444,29mmol), dans des conditions bien contrôlées. Il permet de déterminer la dose létale d'une substance active qui entraîne 50 % de mortalité et les résultats seront comparables aux autres études. Cependant, l'étude bibliographique sur la toxicité aiguë des abeilles nous montre une grande variabilité des valeurs de DL50.

L'objectif de cette étude consiste à déterminer la dose létale 50 % (DL50) par un test de toxicité aiguë afin de connaître et de comparer la sensibilité d'abeille, *A. mellifera* par rapport deux insecticides étudiés selon leur toxicité. La comparaison de la sensibilité des abeilles en fonction du mode d'ingestion et l'analyse du phénomène de trophallaxie dans la distribution des matières actives permettent d'apporter quelques explications sur la variabilité évoquée.

Dans le cadre de cette étude, les abeilles sont intoxiquées avec différentes doses de chlorure de lithium et acide oxalique et la mortalité est enregistrée au cours du temps.

La Figure (23) représente la cinétique de la toxicité orale aiguë du chlorure de lithium et acide oxalique chez l'abeille domestique *Apis mellifera intermissa*, l'aspect de cette cinétique est classique, plus la dose de chlorure de lithium est forte et plus il y a de mortalité. Pour la plus forte dose, le maximum, qui est dans ce cas 28.81%, De plus, il est à noter que la mortalité évolue au cours du temps pour chaque dose au bout de 24 heures. La mortalité d'abeille par acide oxalique plus élevée par rapport chlorure de lithium.

De plus, les DL50 par application topique ne sont pas seulement dues à l'action des matières actives mais elles sont aussi liées à l'anesthésie. L'anesthésie par le dioxyde de carbone exerce directement au niveau du système nerveux, via les trachées, un effet de dépolarisation du neurone, le gaz a un effet sur l'acétylcholine et influence la quantité de neurotransmetteurs comme la dopamine et l'octopamine, favorisant ainsi la paralysie **(Rafalimanana, 2003)**.

Les figures 22,23, montrent que le taux de mortalité est inférieure à 50% donc le produit est faiblement toxique sur l'abeille. Il n'est donc pas nécessaire de déterminer la DL50.

Selon les premiers résultats des recherches décrites par **Dainat et al, (2018)**, la substance n'aurait pas d'effets secondaires sur les abeilles, ni d'impact sur la qualité du miel.

Ainsi, suite à l'ingestion de l'acide oxalique, on assiste à une résorption insuffisante des nutriments à travers l'épithélium de l'intestin entraînant un affaiblissement des abeilles **(Martin-Hernandez et al, 2007)**. L'acide oxalique provoque des lésions cellulaires non seulement au niveau des organes digestifs **(Pulkkänen et al, 2000; Gregorc et Smodis Skerl, 2007; Martin-Hernandez et al, 2007)** et excréteurs **(Martin-Hernandez et al, 2007)** mais également au niveau des glandes salivaires **(Silva-Zacarin et al, 2006)**

L'acide oxalique appliqué a provoqué une augmentation de la teneur des protéines dans l'hémolymphe et le corps entier après 24 heures du traitement. Un simple stress sur l'abeille provoque des modifications du profil protéique **(Dandeu et al, 1991)**.

Conclusion et perspectives :

Pour évaluer l'impact des produits chimiques sur l'abeille domestique *Apis mellifera* et définir les risques associés, ont été choisies certaines acaricides synthétique (chlorure de lithium) et naturel (acide oxalique) comme modèle d'étude contre *varroa destructor*.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à l'évaluation de l'efficacité de deux traitements acaricides, l'un synthétique, chlorure de lithium appliqué selon 5 doses (50mmol, 25mmol, 10mmol, 5mmol et 1mmol) au laboratoire, et une seule dose dans terrain (25mmol), et l'autre naturel, l'acide oxalique, appliqué à une seule dose (40g), utilisés dans la lutte contre l'infestation de l'abeille *Apis mellifera intermissa* par l'acarien ectoparasite, *V. destructor*.

Les traitements acaricides testés sont efficaces dans le contrôle de l'infestation des abeilles par l'acarien *V. destructor*, néanmoins, le traitement acaricide naturel (Acide oxalique) présente une efficacité plus importante comparativement au traitement synthétique chlorure de lithium. L'emploi de l'acide oxalique en présence de couvain permet d'expliquer ce résultat. La majorité des tests ont montré la grande efficacité de l'acide oxalique, seulement en absence de couvain. Aussi, durant notre étude expérimentale nous avons évalué les éventuels effets secondaires de ces deux traitements acaricides sur la mortalité des abeilles, Pour cela, des échantillons d'abeilles adultes ont été recueillis au niveau des colonies d'abeilles traitées par les acaricides synthétique et naturel et ont été comparés à des colonies non traitées au sein d'un même rucher.

L'acide oxalique et le chlorure de lithium ne semblent pas avoir un effet toxique sur les abeilles adultes. Cependant, l'absence d'effet sur les abeilles suite au traitement par l'acaricide naturel acide oxalique n'élimine pas le fait qu'elles aient été physiologiquement affectées par le traitement. De plus, le traitement a été effectué en utilisant des doses préconisées. Il est fort probable que des altérations pourraient se produire dans le cas d'un surdosage. En effet, il est à noter que certains apiculteurs ne respectent pas les doses d'acaricides prescrites.

Administrée dans les ruches d'une manière très simple, le chlorure de lithium est très efficace et aussi caractérisée d'une innocuité totale envers l'abeille. Cependant il faut attendre les prochaines années pour vérifier s'il existe ou non une chimiorésistance à ce produit comme les antécédents. L'utilisation de molécules de synthèse dans la lutte contre

Conclusion et perspectives

la varroase montre ses limites, pour cela il semble très important de faire des recherches sur la biologie de l'acarien pour éviter par exemple sa multiplication (empêcher la mère varroa de pondre les œufs, rendre le mâle varroa stérile). Pour l'heure, les apiculteurs doivent s'en tenir aux traitements anti-varroa classiques (acide formique, oxalique, découpe du couvain mâle, formation de jeunes colonies),

La lutte contre *V. destructor* par l'utilisation des différents acaricides est un domaine très vaste. Les recherches doivent se poursuivre afin de mettre en place une meilleure stratégie de lutte qui doit commencer par un dépistage régulier tant pour détecter la présence du varroa que pour évaluer son importance une fois l'infestation commencée. La surveillance des populations de *V. destructor* qui vivent dans les colonies est donc essentielle afin de contrôler ce parasite. Cette opération permet de déceler à temps l'approche de taux élevés d'infestation de varroas et d'appliquer un moyen de contrôle. Chaque apiculteur doit faire régulièrement une évaluation du taux de parasitisme en utilisant un moyen de dépistage recommandé par les autorités locales.

Il serait aussi important de poursuivre les recherches sur d'autres acaricides homologués afin d'évaluer leurs éventuels effets secondaires sur la physiologie de l'abeille et de tester leur efficacité dans la lutte anti-varroa.

L'étude de la présence des acaricides dans les différents produits de la ruche et chez l'abeille doit être entreprise par l'analyse des résidus.

L'abeille est un excellent indicateur biologique. Elle signale l'état de santé de l'environnement dans lequel elle vit. Elle assure en outre la biodiversité grâce à son rôle de pollinisateur. L'abeille mérite donc d'être protégée!

Référence bibliographie

A

Abelguerfi et Ramdane.(2003) : Etude de développement ovarien chez l'abeille ouvrière "Apis Mellifera " de mémoire master 2.

Alberti. G et Hänel. H. (1986) : Fine structure of the genital system in the bee parasite, *Varroa Jacobsoni* (Gamasida: Dermanyssina) with remarks on spermiogenesis, spermatozoa and capacitation. *Exp Appl Acarol.*; 2: 63- 104.

Aliano. NP, Ellis MD. (2005): A strategy for using powdered sugar to reduce *Varroa* populations in honey bee colonies. *J. Apicult. Res.*, 44, 54-57.

Aliano. N. P et Ellis. M. D. (2008): Bee-to-bee contact drives oxalic acid distribution in honey bee colonies *Apidologie* 39 481-487.

Anderson. D.L et Trueman. J.W.H. (2000): *Varroa jacobsoni* (Acari : Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology* 24,p. 165-189.

Australian Government. Australian Quarantine and Inspection Service (2011) : AQIS and Australia's honeybee industries [en-ligne], Mise à jour le 23 septembre 2009, [<http://www.daff.gov.au/aqis/quarantine/pests-diseases/honeybees>], (Consultée le 12 novembre 2011).

B

Barbançon. J-M. et Monod. D. (2005) : Traitement varroase emploi de l'acide oxalique ; Abeilles et Fleurs N° 666 : p24

Bautz. R. A et Coggins. J. R. (1992): Scanning electron-microscopy of female *Varroa jacobsoni* (arthropoda, acarina), ectoparasite of the honeybee *Apis mellifera*. *Transactions of the American Microscopical Society* 111: 28-35.

Biri.M. (2010) : tout savoir sur les abeilles et l'apiculture, Vecchi, Paris, 14,93p.

Bogdanov.S. (2006): Contaminants of bee products. *Apidologie*, 37, 1-18.

Boot. W.J., Schoenmaker. J., Calis. J.N.M. et Beetsma. J., (1995): Invasion of *Varroa jacobsoni* into drone brood cells of the honey bee *Apis mellifera*. *Apidologie*. 26: 109-118.

Borneck. R. (1997): varroosis in the mediterranean area and its economic implication proceedings of the CIHEAM seminar on the varroosis in the mediterranean region, gardnda, 22-23 september 1996. *Cahiers options Mediterranean's* vol. 21:P9-12.

Boucher C (2004) : contrôle chimique de la varroase .p 1-9.

Boulfekhar. K. (2004) : Biologie de varroa destructor /jacobsoni (Acari : varrodae) agent causal de varroatose de l'abeille (Apis mellifera) .thèse pour l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire ,ecole nationale vétrinaire: P 75.

Bower-Walker. PL et Gunn. A. (2001): The effect of the ectoparasitic mite, varroa destructor on adult worker honeybee (Apis mellifera) emergence weights water, protein, carbohydrate and lipid level. Entomologia Experimentalis et applicata.101:207-217.

C

Calderone N.W., (2010): Evaluatin of mite-Away-IITM for fall control of varroa destructor (Acari: Varroidae) in colonies of the honey bee Apis mellifera (hymnoptera: Apidae) in the northeastern USA .Exp.appl.acar., **50**:123-132.

Calis Jnm, Boot. WJ. Beetsma. J. (1999): Model evaluation of methods for Varroa jacobsoni mite control based on trapping in honey bee brood. Apidologie, 30, 197-207.

Charrière. JD. Imdorf. A. Bachofen. B. (1998) : Essai comparatif de cinq diffuseurs à acide formique. Centre Suisse de Recherches Apicoles, Liebefeld, 1-6.

Charrière. Jd et Imdorf. A. (2002): Oxalic acid treatment by trickling against Varroa destructor: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions. Bee World, 83, 51-60.

Chen, Y.-W et P-L. Chen. (2008): The Control of Varrao destructor Using Oxalic Acid Syrup in Brood-right Honeybee Colonies. Formosan Entomologist 28: 31- 41.

Colin M. E., Faucon J. P., Heinrich A., Ferry R., Giauffret A. (1983) : Etude du premier foyer français de varroatose de l'abeille. Bull. Acad. Vét. Fr.56, 89-93.

Craillsheim. K et Stolberg. E. (1989): Influence of diet, age and colony condition upon intestinal proteolytic activity and size of the hypopharyngeal glands in the honeybee (Apis mellifera L.) J. Insect. Physiol. 35n°8:595-602

D

Dainat. B, Charrière. J-D, Dietemann. V. (2018) : Chlorure de lithium: le problème Varroa est-t-il résolu? Revue suisse d'apiculture | N° 3

Davies. T.G.E, Field. LM, Usherwood. P. N. R et Williamson M. S. DDT (2007): pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. IUBMB Life 59, 151–162 Dandeu J.P, Lux M, Collin M.E, Rabillon J, David B. (1991) : Apidologie, 22 37.

E

Ellis. Am, Hayes. Gw, Ellis. Jd. (2009): The efficacy of dusting honey bee colonies with powdered sugar to reduce varroa mite populations. J. Apic. Res., 48, 72-76.

Emsen. B et Dodologlu. A. (2009): The effects of using different organic compounds against Honey Bee Mite (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) on colony developments of honey bee (*Apis mellifera* L.) and residue levels in honey. *J. Anim. Vet. Adv.*, 8, 1004-1009.

Estoup , A., Solignac, M., Cornuet. JM. (1994) : Precise assessment of the number of patriline and of genetic relatedness in honeybee colonies. *Prod R Soc. Lond B* 258:1-7.

F

Fakhimzadeh. K. (2001): Detection of major mite pests of *Apis mellifera* and development of non-chemical control of varroasis. Academic Dissertation, Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki, p47.

Faucon. J.P. (1992) : Précis de pathologie, connaître et traiter les maladies des abeilles. Edit. FNOSAD 512p.

Faure B et Boutry A. (2016) : Utilisation des acaride organique dans la lutte contre le varroa. *LSA. 274* : 302-303

Fayolle Poncet. M.O. (2009) : Evaluation de l'exposition au risque chimique lors de la lutte contre le varroa en apiculture : Enquête auprès des apiculteurs de l'Ardèche et de la Loire. Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Médecine Agricole, Institut National de Médecine Agricole, 47 P.

Floris I. Cabras. P. Garau. V. L., Minelli. E. V., Satta. A et Troullier. J. (2001): Persistence and effectiveness of pyrethroids in plastic strips against *Varroa jacobsoni* (Acari : Varroidae) and mite resistance in a Mediterranean area. *J. Econ. Entomol.*, 94 : 806- 810.4

Free J.B (1970): Insect pollination of crops. Academic Press, London. 544p. Fernandez. N et Coineau Y. (2002): *Varroa Tueur d'abeilles, bien le connaître pour mieux le combattre.* Ed. Atlantica (Anglet), 237 p.

Fluri. P. (1994) : Réflexions des chercheurs en apiculture sur la régulation de la durée de vie des ouvrières. *Journal suisse d'Apiculture*, 91, 19-27 P.

Fukuto. T. R. (1990): Mechanism of action of organophosphorus and carbamate insecticides. *Environ. Health Perspect.* 87, 245

G

Gallai, N., Salles, J.M., Vaissières, B.E. (2009) : *Bull Tech Apic.* 36(3): 110–116.

Gilles M. (2012) : Blocage de ponte et sélection. *La Santé de l'Abeille.* 248 : 149-154.

Giovenazzo et Dubreuil (2011): Evaluation of spring organic treatments against *Varroa destructor* in honey bee *Apis mellifera* colonies in eastern Canada. *Experimental and Applied Acarology.* 55(1):65-76.

Gould James, L et Gould Carol, G. (1993) : La vie des Abeilles In : Les abeilles, comportement, communication et capacités sensorielles Paris : Pour la science, diffusion Belin,- p. 27-54.

Gregoric, A et Planinc. I. (2002): The control of Varroa destructor using oxalic acid. Veterinary Journal 163: 306-310.

Gregorc A., Pogacnik A.P. et Bowen I.D., (2004): Cell death in honeybee (*Apis mellifera*) larvae treated with oxalic or formic acid. Apidologie, 35: 453-460.

Gregorc, A. (2005): Efficacy of oxalic acid and apiguard against varroa mites in honeybee (*Apis mellifera*) colonies. Acta Veterinaria Brno 74: 441-447.

Gregorc, A. et Smodis Skerl, M.I. (2007): Combating Varroa destructor in honeybee colonies using flumethrin or fluvalinate. Acta Veterinaria Brno, 76: 309–314.

Grobov OF. (1976): la varroase de l'abeille mellifère. Apiacta, 11, 145-148.

H

Hamiduzzaman. M.M., Sinia. A., Guzman-Novoa. E., Goodwin. P.H. (2012): Entomopathogenic fungi as potential biocontrol agents of the ecto-parasitic mite, Varroa destructor, and their effect on the immune response of honey bees (*Apis mellifera* L.). J. Invertebr. Pathol. 111 : 237–243.

Harbo, J.R et Harris, J.W. (2004) : Effect of screen floors on populations of honey bees and parasitic mites (*Varroa destructor*). J. Apic. Res. 43(3) : 114–117.

Higes M., Meana A., Suárez M et Llorente J., (1999): Negative long-term effects on bee colonies treated with oxalic acid against *Varroa jacobsoni* Oud. Apidologie, 30:289-292.

Hong. JY, Jung OS, Ryoo. JJ, Hong. J. (2009): Determination of acaricides in Honey by solid-phase extraction and gas chromatography / Mass spectrometry. Bull. Korean Chem. Soc., 30, 61-66.

Hood. WM et McCreddie. JW. (2001): Field test on the Varroa treatment device using formic acid to control Varroa destructor and *Acarapis woodi*. J. Agric. Urban Entomol., 18,

I

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (1987): Overall evaluations of carcinogenicity : an updating of IARC monographs volumes 1-42. In: IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Supplement 7, Lyon, International Agency for Research on Cancer.

Imdorf A., Charrière J-D. et Bachofen B. (1997) : Utilisation de l'acide oxalique pour le contrôle de l'efficacité des méthodes de lutte contre *Varroa jacobsoni*. *Apiacta* 32(3) : 89-91.

K

Kanga. L.H.B., James. R.R., Boucias. D.G. (2002): *Hirsutella thompsonii* and *Metarhizium anisopliae* as potential microbial control agents of *Varroa destructor*, a honey bee parasite. *J. Invertebr. Pathol.* 81 : 175- 184.

Klein. A.M ., Vaissière. B.E ., Cane. J.H ., Steffan-Dewenter. I ., Cunningham. S.A., Kremen. C et Tscharrntke. T (2007): Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. Roy. Soc. Lond., B., Biol. Sci.*, 274 (1608): 303-313.

Koeniger. N., Koeniger. G., Fabritius. M. (1979) : Some detailed observations of mating in the honey bees. *Bee world.* 60:53-57 in Hrasnigg N and al.2005.

Krantz. G. W et Walter. D.E (2009): *A Manual of Acarology.* Third Edition. Texas Tech University Press; Lubbock, Texas, 807 pp

Kraus. B et Berg. S. (1994): Effect of a lactic acid treatment during winter in temperate climate upon *Varroa jacobsoni* Oud. and the bee (*Apis mellifera* L.) colony. *Exp. Appl. Acarol.* 18(8) : 459-468.

L

Le Conte.Y et Jéanne. F. (1991) : La varroatose. *Bul. Tech. Apic.* 18 (2), 1423-1428.

Lodesani. M, Costa. C, Serra. G, Colombo. R, Sabatini. Ag. (2008): Acaricide residues in beeswax after conversion to organic beekeeping methods. *Apidologie*, 39, 324-333.

Le Conte Y., (2002) : *Le traité rustica de l'apiculture.* Rustica edition, Paris, p. 12-83.

Le Conte. Y. (2004) : Mieux connaître l'abeille. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau E., Barbançon J.-M., Bonnaffé P., Clément H., Domerego R., Fert G., Le Conte Y., Ratia G., Reeb C., Vaissière B. *Le traité Rustica de l'apiculture.* Rustica éditions, Paris, 12-83.

Le Conte.Y., Ellis.M et Ritter.W. (2010): *Varroa* mites and honey bee health: can *Varroa* explain part of the colony losses? *Apidologie* 41(3): 353-363.

Leven. L., Boot. W-J,Mutsaers. M., Segeren. P., Velthuis. H.(2005) : *L'apiculture dans les zones Tropicales .6e édition* ISBN Agromisa: 90-8573-041-4

Lodesani. M, Pellacani. A, Bergomi. S, Carpana. E, Rabitti. T, Lasagni. P. (1992): Residue determination for some products used against *Varroa* infestation in bees. *Apidologie*, 23, 257-272.

M

Milani. N et Della Vedova. Gd. (2002): Decline in the proportion of mites resistant to fluvalinate in a population of *Varroa destructor* not treated with pyrethroids. *Apidologie*, 33, 417-422.

Mallick. A. (2013): Action sanitaire en production apicole : gestion de la varroose face à l'apparition de résistance aux traitements chez *Varroa destructor*. Docteur Vétérinaire, université Claude-Bernard – Lyon. 164 P.

Martin. S.J. (2003) : Veterinary drug residues in honey. *Apiacta*, 38: 23 – 23.

Martin-Hernandez. R., Higes. M., Pérez. J. L., Nozal. M. J., Gómez L. et Meana A., (2007) : Short term negative effect of oxalic acid in *Apis mellifera iberiensis*. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 5(4): 474-480.

N

Nanetti. A., Büchler. R., Charrière. J.D., Fries. I., Helland. S., Imdorf. A., Korpela. S et Kristiansen P. (2003): Oxalic acid treatments for *Varroa* control (review), *Apiacta* 38: 81-87.

Nazzi. F ; Milani. N ; Vedova. G.D ; (2004): A semiochemical from larval food influences the entrance of *Varroa destructor* into brood cells. *Apidologie*, 35: 403-410.

Nozal. M.J., Bernal. J.L., Gomez. L.A., Higes. M et Meana. A. (2003): Determination of oxalic acids in honey and in some anatomic structures of bees. *Apidologie*, 3: 181-188.

O

Oldroyd. B.P., Smolenski. A.J., Cornuet. J.-M., Wongsiri. S., Estoup. A., Rinderer. T.E et Crozier, R.H. (1995): Levels of polyandry and intra colonial genetic relationships in *Apis florea*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 37, 329–335.

Osano. O, Oladimeji. AA, Kraak. Mhs, Admiraal. W. (2002): Teratogenic effects of amitraz, 2,4-Dimethylaniline, and Paraquat on developing frog (*Xenopus*) embryos. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 43, 42-49.

Oudemans. A.C. (1904): On a new genus and species of parasitic Acari. *Notes from Leyden Museum*, 24, 216-222

P

Pankiw. T., (2004): Cued in: honey bee pheromones as information flow and collective decisionmaking. *Apidologie* 35, 217–226.

Pulkkanen. K.J., Laukkanen. M.O., Naarala J et Ylä-Herttuala. S. (2000): False-positive apoptosis signals in mouse kidney and liver detected with TUNEL assay. *Apoptosis*, 5: 33-329.

R

Rademacher. E et Harz. M. (2006): Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies – a review. *Apidologie*. 37 : 98-120.

Rath. W. (1999): Co-adaptation of *Apis cerana* Fabr. and *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 30: 97-110.

Robaux. P. (1986): varroa et varroatose, Edition OPIDA 238 P. Rodriguez. M, Gerding. M et France. A. (2009): Selection of entomopathogenic fungi to control varroa destructore (Acari: varroidae). *Chil. J. Agri. Res.*, 69, 534-540.

Roger. B et Pain. J. (1966) : L'influence de la reine d'abeille *Apis mellifera* L. sur le taux de mortalité des ouvrières accompagnatrices. *Ann. Abeille* 9(I) :5-36

Rosenkranz. P, Aumeier. P et Ziegelmann. B. (2010): Biology and control of varroa destructore. *J. Invertebr. Pathol.*, 103, 96-119.

Ruffinengo. S.R., Maggi. M.D, Faverin. C., Garcia De La Rosa. S.B., Bailac. P., Principal. J et Eguaras. M. J. (2007): Essential oils toxicity related to *Varroa destructor* and *Apis mellifera* under laboratory conditions. *Zootecnia Tropical*. 25 (1) : 63-69.

S

Santos. AV, De Olivera. BI, Samuels. RI (2007): Selection of entomopathogenic fungi for use in combination with sub-lethal doses of imidacloprid: perspectives for the control of the leaf-cutting and *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera: Formicidae). *Mycopathologia*, 163, 233-240.

Satta. A., Floris. I., Eguaras. M., Cabras. P., Garau V.L et Marinella M., (2005) : Formic acid-based treatments for control of *Varroa destructor* in a Mediterranean area. *J. Econ. Entomol.*, 98: 267-273.

Schmidt. A.V. (2013): Miel.185p.

Schneider. C.W., Tautz J., Grunewald B. et Fuchs S. (2012): RFID tracking of sublethal effects of two neonicotinoid insecticides on the foraging behavior of *Apis mellifera*. *PLoS ONE* 7:e30023 DOI 10.1371/journal.pone.0030023.

Shaw. K.E., Davidson. G., Clark. S.J., Ball. B.V., Pell. J.K., Chandler. D et Sunderland. K.D. (2002): Laboratory bioassays to assess the pathogenicity of mitosporic fungi to *Varroa destructor* (Acari: Mesostigmata), an ectoparasitic mite of the honeybee, *Apis mellifera*. *Biol. control*. 24(3): 266-276.

Silva-Zacarin. E.C.M., Gregorc. A. et Silva de Moraes. R.L.M. (2006) : In situ localization of heat shock proteins and cell death labelling in the salivary gland of acaricide-treated honey bee larvae, *Apidologie*, 37: 1-9.

Simoneau. A. (2003) : la varroase. MAPAQ-CQIASA. P 1-19 .

Stanghellini M.S. & Raybold P.(2004): Evaluation of selected biopesticides for the late fall control of varroa mites in a northern temperate climate. Am. Bee J., 144: 475-486.

Strachecka A., Paleolog J., Olszewski K. et Borsuk G., (2012): Influence of Amitraz and Oxalic Acid on the Cuticle Proteolytic System of Apis mellifera L. Workers. Insects, 3(3): 821-832.

T

The Food and Environment Research Agency. (2010): Managing Varroa. York, UK, 44p.

Topolska. G. (2001) : varroa destructor (Anderson and Trueman, 2000) ; the change in classification of the genus varroa (Oudemans, 1904) wiad. Parazytol; 47, 151.

Tsagou. V., Lianou. A., Lazarakis. D., Emmanouel. 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 assays. Biotechnology Letters. 26 : 529-532.

V

Vandame. R. (1996) : Importance de l'hybridation de l'hôte dans la tolérance à un parasite. Cas de l'acarien varroa jacobsoni chez les races d'abeilles Apis mellifera européenne et africanisées, en climat tropical humide du Mexique Ph.D dissertation, université Claude Bernard, Lyon 1, France, 111p.

Von Frisch. K. (2011) : Vie et moeurs des abeilles. Editions Albin Michel, Paris, 21-66.

W

Wagnitz J. et Ellis M.D., (2010) : The effect of oxalic acid of honey bee queens. Science of Bee Culture, 138 (12): 8-11.

Wallner.K. (1999): Varroacides and their residues in bee products. Apidologie, 30, 235- 248.

Waring. C Et Waring. A. (2012) : Abeille tout savoir sur l'apiculture. 179 p.

Wendling. S. (2012) : Varroa destructor (ANDERSON et TRUEMAN, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique Apis mellifera LINNAEUS, 1758. Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil, 190 p.

Wendling. S. (2016) : Varroa destructor, la varroose, gestion de la varroose. Cours d'enseignement du Diplôme Inter-Ecole d'Apiculture et Pathologie apicole Oniris, Nantes, France.

Wermelinger A., (2013): Zeitgemässe und zielgerichtete Imkermethoden. FreeTheBees, Lutte alternative contre le varroa.

Williams. I.H (1996): Aspects of bee diversity and crop pollination in the European Union.

Winston. M.L. (1993) : La biologie de l'abeille .Ed.Frison-Roche.Paris.276p.

Woyke. J. (1960) : Natural and artificial insemination of queen honey bees. Bee world 43 :21-25.In:

Site web :

www.vivelesabeilles.be

Encyclopédie universelle. Internet -www.vivelesabeilles.be

www.vivelesabeilles.be

varroa.fr/le-parasite/origine

www.jimdofree.com

www.killerbeeshoney.com

www.bugguide.net

www.veto-pharma.fr

Annexe 1

I. Equipements, réactifs

I.1. Equipements :

I.1.1. Appareillage :

- Etuves à $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Balance.
- Agitateur magnétique.
- Bain marie à 30°C .

I.1.2. Verrerie et autre matériel :

- Becher
- Pipettes graduées de 5mL et 10ml.
- Micro-pipette de 200 μL .
- tubes à hémolyse en plastique percé.
- Spatule.

Annexe II

$$\text{Moyenne de taux d'infestation} = ((R1+R2+R3+R4)/4)$$

Tableau 1 : Moyenne de taux d'infestation avant traitement :

chlorure de lithium	Acide oxalique	Témoin
5.66	2.66	4.33
4	3	7.33
2.66	4.66	8
2.66	6.33	7
3.745	4.1625	6.665

Tableau 2: Moyenne de taux d'infestation après traitement :

chlorure de lithium	acide oxalique	Témoin
4	4.66	6.33
8	5	11.66
5	3.66	14.66
4	7.66	25.33
5.25	5.245	14.495

Tableau 3: Résulta d'efficacité de deux produits :

produit	chlorure de lithium	acide oxalique
l'efficacité	35.54013	42.06071

Résumé

L'acarien *V.destructor*, ectoparasite de l'abeille *A.mellifera intermissa* adulte et de son couvain, joue un rôle de première importance dans le phénomène de mortalité des colonies. Pour lutter contre ce parasite, divers traitements acaricides sont employés par les apiculteurs. Notre étude a porté sur l'évaluation d'une part de l'efficacité de deux traitements acaricides, l'un synthétique, LiCL appliqué selon 5 doses (50mmol, 25mmol, 10mmol, 5mmol et 1mmol) au laboratoire, et une seule dose sur terrain (25mmol), et l'autre naturel, l'AO appliqué à un seul dose (40g). Les résultats obtenus concernant l'efficacité des traitements montrent que les deux acaricides réduisent significativement le niveau d'infestation chez les abeilles adultes d'*A.mellifera*. Pour cela, L'efficacité de LiCL est de 35.54% correspond moins à celle obtenue avec un traitement à l'acide oxalique est de 42.06%. L'étude de la toxicité sur l'abeille nous montre qu'il n'y a pas des effets secondaires sur les abeilles.

Mots clé :

Apis mellifera intermissa, *Varroa destructor*, Chlorure de lithium, Acide oxalique, acaricides.

Abstract

The mite *Varroa destructor*, ectoparasitic of both adult and brood honey bees *Apis mellifera intermissa*. It is considered to play a major role in the phenomenon of mortality of the colonies. To fight against this parasite, various acaricides treatments are used by beekeepers. Our study was about, in one way, the evaluation of effectiveness of two acaricides treatments; synthetic, the lithium chloride applied 5 doses (50mmol, 25mmol, 10mmol, 5mmol and 1mmol) in the laboratory, and a single dose in ground (25mmol), and the other natural, oxalic acid, applied to a single dose (40g). The obtained results regarding the effectiveness of treatments show that both acaricides reduce significantly the level of mite infestation in adult bees of *A. mellifera*. For this, the efficiency of LiCL is 35.54% less than the one obtained with oxalic acid treatment is 42.06%. The study of bee toxicity shows us that there are no side effects on bees.

Key words:

Apis mellifera intermissa, *Varroa destructor*, lithium chloride, oxalic acid, acaricide.

ملخص:

يعتبر عث الفاروا *Varroa destructor* طفيل خارجي عند نحل العسل *Apis mellifera intermissa* البالغ و حضنته، وبذلك فهو يلعب دورا مهما في ظاهرة موت مستعمرات النحل. و من اجل مكافحة هذا الطفيل يستخدم مربو النحل معالجات مختلفة بمبيدات العث. تمحورت هذه الدراسة حول تقييم مدى فاعلية المعالجة باثنين من مبيدات العث ، الأول اصطناعي، يتمثل في LiCL 5 جرعات (50 ملليمول ، 25 ملليمول ، 10 ملليمول ، 5 ملليمول و 1 ملليمول) في المخبر، وجرعة واحدة في الحقل (25 ملليمول)، والثاني طبيعي يتمثل في حمض الأوكزاليك، حيث تم استعمال جرعة واحدة (40 جم). بينت النتائج المتحصل عليها والمتعلقة بفاعلية المعالجة أن المبيدات الاثنان يخفضان بصورة معتبرة مستوى إصابة النحل، لهذا ، فإن فعالية LiCL (35.54 %) أقل من تلك التي تم الحصول عليها بمعالجة حمض الأوكزاليك (42.06 %). تبين لنا دراسة سمية النحل أنه لا توجد آثار جانبية على النحل.

الكلمات المفتاحية:

نحل العسل *Apis mellifera intermissa* ، عث الفاروا *Varroa destructor* ، حمض الأوكزاليك، كلوريد الليثيوم، مبيدات العث.