

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 8 ماي 1945 قالمة  
Université 8 Mai 1945 Guelma  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



## Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité/Option : Parasitologie

Département : Biologie

Thème :

**Etude bibliographique sur le parasite de  
l'abeille mellifère : *Varroa destructor* et les  
moyens de lutte**

Présenté par :

Ouil Maroua  
Ghanem Manel  
Sal Zhor

Devant le jury composé de :

Président : M <sup>me</sup> Ayad H	MCB	Université de Guelma
Examineur : M <sup>me</sup> Benrebaha R	MCB	Université de Guelma
Encadreur : M <sup>me</sup> Zerguine Karima	MCA	Université de Guelma

Septembre 2020

## **Remerciements**

*Au terme de ce travail, on tient à exprimer nos remerciements les plus sincères et les plus profonds tout d'abord à Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donné la force, la volonté, et la patience durant toutes nos années d'étude. A tous ceux qui nous ont aidé dans la réalisation de ce travail et aux ce membre de jury.*

*Madame **Ayad H** qui nous a fait l'honneur de présider le jury de soutenance.*

*Madame **Benrebiha R** qui a accepté d'évaluer ce travail.*

*Madame **Zerguine K**, maitre de conférences classe « A » au sein du département de biologie à l'université de 8 mai 1945 de Guelma, pour avoir accepté d'encadrer ce travail et pour ses orientations. Elle nous a réservé des moments précieux de discussion et nous a facilité toutes les conditions pour mener à bien ce travail ; qu'elle soit assuré de toute notre gratitude...*

*Nous remercions également tous ceux qui nous ont soutenus et ont contribué, de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

## **Dédicaces**

*Du profond de mon cœur, j'ai l'honneur de dédie ce travail à tous ceux qui me  
chers :*

*A Mes très chers parents Soltane & Zohra qui m'ont beaucoup soutenu et  
encouragé afin de réaliser ce travail.*

*Dr Zerguine Karima notre Promotrice pour avoir accepté d'encadrer la  
réalisation de ce travail.*

*A Mon unique chère sœur «Bassma».*

*Mes chers frères «Amine», «Obaida»*

*A toute ma famille.*

**Maroua**

## **Dédicaces**

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mes très chers parents, source de vie et d'amour.*

*A Dr Zerguine Karima notre Promotrice pour avoir accepté d'encadrer la  
réalisation de ce travail.*

*A mes chères deux sœurs et mon unique frère, source de joie et de bonheur*

*A toute ma famille et tous mes amis, source d'espoir et de motivation*

**Manel**

## Dédicaces

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, et la reconnaissance, c'est tout simplement que : je dédie cette mémoire de master*

*à :*

*Les parents les plus chers au monde Ahmed et Nadia à qui je dois tant et qui n'ont pas cessé de me témoigner affection, pour leurs amour, leur soutient, et leur encouragement, en espérant les rendre fières.*

*A mes chers frères Raid et Mohamed.*

*A M<sup>me</sup>. Zerguine Karima notre Promotrice pour avoir accepté d'encadrer la réalisation de ce travail.*

*A tous mes chers amis.*

*Les membres de ma promotion.*

*Mes enseignants depuis mes premières années d'étude.*

**Zhor**

# Table des matières

Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction .....	1

## Chapitre I : l'hôte : *Apis mellifera intermissa*

1. Origine et taxonomie .....	4
2. Description morphologique et anatomique de l'abeille .....	5
3. Dynamique de population .....	6
4. Communauté des abeilles .....	7
4.1. Les ouvrières .....	8
4.2. La reine .....	11
4.3. Les faux-bourçons .....	11
5. Reproduction et cycle de développement .....	12
6. La communication sociale d'abeilles .....	13
7. Défense de la colonie d'abeilles face aux agents pathogènes .....	14
7.1. Une défense comportementale .....	14
7.2. Une protection morphologique .....	15
7.3. Une protection physiologique .....	15
7.4. Une protection immunitaire .....	15
8. Importance des abeilles ; Rôle écologique de l'abeille .....	16
9. Principales maladies de l'abeille .....	16

## **Chapitre II : le parasite : *Varroa destructor***

<b>1.</b>	Généralités .....	<b>20</b>
<b>2.</b>	Historique et nomenclature .....	<b>20</b>
<b>3.</b>	Classification systématique .....	<b>21</b>
<b>4.</b>	Morphologie du parasite .....	<b>22</b>
<b>5.</b>	Sources de contamination .....	<b>23</b>
<b>6.</b>	Modes de transmission .....	<b>24</b>
<b>7.</b>	Reproduction et cycle de vie .....	<b>24</b>
<b>8.</b>	Actions pathologiques .....	<b>25</b>
<b>8.1.</b>	Action spoliatrice .....	<b>25</b>
<b>8.2.</b>	Action mécanique .....	<b>26</b>
<b>8.3.</b>	Action vectrice .....	<b>27</b>
<b>9.</b>	Evolution de l'infestation de <i>Varroa destructor</i> .....	<b>27</b>

## **Chapitre III : Moyens de lutte contre *Varroa destructor***

<b>1.</b>	Méthodes de dépistage simplifié .....	<b>29</b>
<b>2.</b>	Les acaricides synthétiques .....	<b>29</b>
<b>2.1.</b>	L'amitrazé .....	<b>29</b>
<b>2.2.</b>	Le tau-fluvalinate .....	<b>30</b>
<b>2.3.</b>	Coumaphos .....	<b>30</b>
<b>3.</b>	Lutte biotechnologique .....	<b>30</b>
<b>3.1.</b>	Retrait du couvain de faux-bourdon operculé .....	<b>30</b>
<b>3.2.</b>	Formation d'un nucléus .....	<b>30</b>
<b>3.3.</b>	Saupoudrage .....	<b>31</b>
<b>4.</b>	Les molécules présentes naturellement dans le miel .....	<b>31</b>
<b>4.1.</b>	L'acide oxalique .....	<b>31</b>

4.2. L'acide formique .....	32
4.3. Le thymol .....	32
5. Plantes répulsives .....	32
6. Autres moyens de lutte .....	32

## **Chapitre VI : Présentation des espèces végétales**

1. Les espèces végétales .....	34
1.1. Oignon ( <i>Allium cepa</i> ) .....	34
1.2. Ail ( <i>Allium sativum</i> ) .....	34
2. Les extraits végétaux .....	35
3. Les effets des Extraits d'Alliacées .....	35
3.1. Effets sur le comportement .....	35
3.2. Effets insecticides .....	36
3.3. Effets nématocides .....	36
3.4. Effets acaricides .....	36
Conclusion .....	38
Références bibliographiques .....	40

## Résumé

L'abeille *Apis mellifera* est un élément indispensable de l'équilibre environnemental dans le monde, malheureusement cet insecte souffre d'un déclin massif qui représente une menace sérieuse ces dernières années à cause de l'acarien *Varroa destructor* qui joue un rôle de première importance dans le phénomène de mortalité des colonies. Ce mémoire consiste à présenter des généralités bibliographiques sur *Apis mellifera*, nous procédons à l'illustration des principales maladies apicoles ainsi que, la lutte contre la varroase. L'objectif de notre travail est de s'informer mieux sur l'effet acaricide de *Allium sativum* et *Allium cepa* contre la varroase.

**Mots clés:** Abeille, *Allium sativum*, *Allium cepa*, *Varroa destructor*, acaricide

## Abstract

The *Apis mellifera* bee is an essential element of the environmental balance in the world, unfortunately this insect suffers from a massive decline that represents serious threat these last years because of the mite *Varroa destructor* which plays a role of first position in the phenomenon of mortality of the colonies. This exposition consists to present bibliographical generalities on *Apis mellifera*; we proceed to the illustration of the main bee diseases other than, the fight against Varroasis. The objective of our work is to learn more about the acaricidal effect of *Allium sativum* and *Allium cepa* against Varroasis.

**Key words:** Bee, *Varroa Destructor*, *Allium sativum*, *Allium cepa*, acaricidal

## المخلص

النحل هو عنصر أساسي من التوازن البيئي في العالم، للأسف هذه الحشرة تعاني انخفاضاً كبيراً وتهديداً خطيراً في السنوات الأخيرة بسبب الفاروا الذي يعتبر خطراً من الدرجة الأولى في القضاء على الخلية. قدمنا في هذه المذكرة معلومات أساسية عن النحل ثم انتقلنا إلى توضيح أمراض النحل الرئيسية من بينها الفاروا وعليه تطرقنا إلى وسائل مكافحة هذا الداء. الهدف من عملنا هو معرفة مدى تأثير الثوم والبصل في القضاء على الفاروا.

الكلمات الأساسية: النحل، الفاروا، الثوم، البصل

## Liste des tableaux

Tableau 1: Maladies de l'abeille domestique fréquemment rencontrées.....	17
Tableau 2: Différences entre <i>Varroa destructor</i> et <i>Varroa jacobsoni</i> .....	21
Tableau 3: L'importance de l'infestation de <i>Varroa</i> selon le pourcentage de l'infestation dénombré par le décompte à l'alcool. ....	27

## Liste des figures

Figure 1: <i>Apis mellifera</i>	04
Figure 2: Distribution géographique des races d'abeilles mellifères	05
Figure 3: Morphologie de l'abeille	06
Figure 4: Population théorique moyenne d'abeilles par ruche, selon la saison, en climat tempéré	07
Figure 5 : Paillettes de cire produites par les glandes cirières chez l'abeille maçonne	09
Figure 6 : Abeilles gardiennes et ventileuses	10
Figure 7 : Abeille butineuse sur Vipérine	11
Figure 8: Les différents types de castes dans une colonie	12
Figure 9 : les grandes étapes du développement commun aux trois castes d'abeille	13
Figure 10 : <i>Varroa destructor</i>	22
Figure 11 : <i>Varroa</i> phorétique	24
Figure 12 : le cycle évolutif du <i>Varroa</i>	25
Figure 13 : <i>V. destructor</i> sur une nymphe d'abeille	26
Figure 14 : Blessure réalisée par une femelle adulte <i>V. destructor</i> sur le sternite du 2ème segment abdominal d'une nymphe de faux-bourdon (Photo réalisée au microscope électronique à balayage)	26
Figure 15 : plante d'oignon	35
Figure 16 : plante d'ail	35

# **Introduction**

## Introduction

Le monde végétal est une forteresse qui offre à l'homme une immensité de trésors naturels. Richesses que l'homme a utilisé pour se nourrir, se soigner, dans ses rites religieux et pour ses besoins médicaux. Ainsi, la phytothérapie ou l'utilisation des plantes pour le traitement des maladies est très ancienne, elle a évolué avec l'histoire et la civilisation de l'humanité. Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), 80% de la population mondiale a recours aux médecines traditionnelles.

L'un des ravageurs des abeilles les plus néfaste est sans doute le *Varroa destructor*, acarien parasite de l'abeille domestique *Apis mellifera*, il provoque des pertes économiques importantes en apiculture et il est l'une des causes qui ravage le cheptel apicole en Algérie et dans le monde (Adjlane *et al.*, 2012).

Les chercheurs Milani et Dellavedova, 2002 ; Rademacher et Harz, 2006 et Gregorc et Smodiš Škerl, 2007 ; ont montré que l'utilisation des acaricides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus adaptée pour lutter contre le *Varroa* à cause de son efficacité et son application rapide et facile. Cependant leurs emplois intensifs créent des générations de *Varroa* résistantes à ces produits, et en plus ils peuvent provoquer une pollution des produits des ruches et l'affaiblissement des colonies, ils sont toxiques, non seulement pour les abeilles, mais également pour les produits de la ruche.

Dans ce contexte, l'orientation vers la lutte biologique avec des moyens naturels tels que les plantes aromatiques offre une solution valide car leur présence est normale dans l'ambiance de la ruche. Des chercheurs ont montré que de nombreuses plantes ont un effet antiparasitaire, elles agissent sur le comportement et/ou le développement de certains arthropodes, mais en cours d'utilisation il faut respecter la posologie et le mode d'administration de ces extraits.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet acaricide des alliums (*Allium sativum* et *Allium cepa*) sur le *Varroa destructor* parasite d'*Apis mellifera intermissa*, qui est une des sources économiques importantes en Algérie, sans inconvénients majeurs sur l'abeille, la ruche, le miel et le bioclimat, aussi pour mieux appréhender les problèmes sanitaires qui touchent les colonies d'abeilles afin de protéger cet insecte.

Notre travail est une synthèse bibliographique qui regroupe quatre chapitres. Le premier traite l'abeille domestique *Apis mellifera* et le deuxième de l'acarien *Varroa destructor*. Le troisième chapitre présente les moyens de lutte contre ce parasite puis les espèces végétales dans le quatrième chapitre. Enfin une conclusion générale.

# CHAPITRE I

L'hôte :

*Apis mellifera intermissa*

## CHAPITRE I : L'hôte : *Apis mellifera intermissa*

### 1. Origine et taxonomie

Des manifestations de la présence de cet insecte remontent à l'an 3600 avant J.-C. en Egypte : les dessins existant sur divers sarcophages prouvent que l'élevage des abeilles était répandu à l'époque des Pharaons. C'est en 1758 que Linné décrit l'abeille et désigne par *Apis mellifera* l'ensemble des abeilles connues à l'époque. Aujourd'hui, *Apis mellifera* est l'espèce d'abeille la plus répandue dans le monde (Le conte, 2004).

La classification systématique d'*Apis mellifera* est détaillée ci-dessous (d'après Campbell, 1995 et Le conte, 2004) :

Embranchement : Arthropodes

Sous embranchement : Hexapodes

Classe : Insectes

Ordre : Hyménoptères

Famille : Apidés

Genre : *Apis*

Espèce : *Apis mellifera* (**figure 01**)



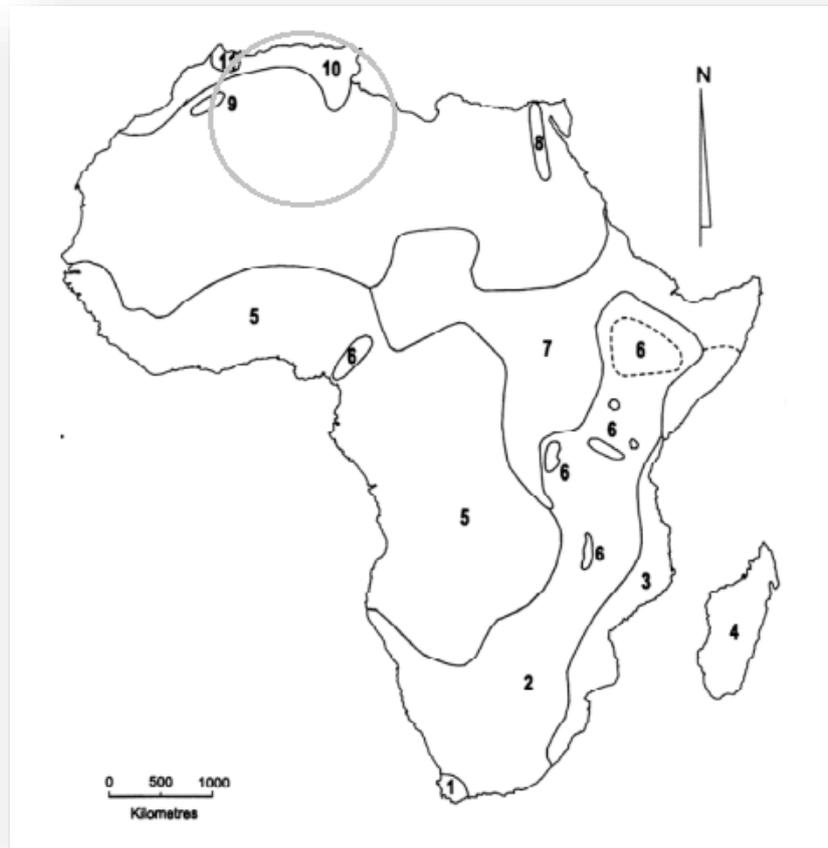
**Figure 1:** *Apis mellifera* (M'henni.,2013)

Les deux races présentes en Algérie sont : la sous-espèce *Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis* (Phillipe, 1994) (**figure 02**)

La sous espèce *Apis mellifera intermissa* (Buttel Reepen, 1906) : C'est une abeille algérienne appartenant à la race nord-africaine. Également appelée « abeille tellienne » ou encore « abeille noire du Tell » dont l'aire de distribution se confond avec l'atlas tellien mais elle peuple également les oasis du Sahara orientale (Ruttner, 1988).

La sous espèce *Apis mellifera sahariensis* (Baldensperger, 1922) : Cette abeille se rencontre dans le sud-ouest algérien mais aussi dans les oasis sud Marocaines.

Les colonies sont peu populeuses, et les abeilles sont dotées d'une résistance remarquable aux conditions climatiques extrêmes notamment des températures allant de -8° à 50°C (Ruttner, 1968).



**Figure 2** : Distribution géographique des races d'abeilles mellifères selon Ruttner (1988) avec légères modifications selon Ruttner (1992) (in hepburn et radloff, 1998).

1.*A.m.capensis* ; 2.*A.m.scutellata* ; 3.*A.m.litorea* ; 4.*A.m.unicolor* ; 5.*A.m.adansonii* ;  
6.*A.m.monticola* ; 7.*A.m.jemenitica* ; 8.*A.m.lamarkii* ; 9.*A.m.sahariensis* ; 10.*A.m.intermissa* ;  
11.*A.m.major*

## 2. Description morphologique et anatomique de l'abeille *Apis mellifera*

L'abeille domestique *A. mellifera* est un insecte de la famille des Apidés. Elle possède deux paires d'ailes membraneuses couplées par des crochets, des pièces buccales de type broyeur- lécheur, un cerveau bien développé (**Figure 3**).

La tête a pour fonction d'ingérer et digérer partiellement la nourriture au moyen des pièces buccales et des glandes associées.

Le thorax est constitué de 3 segments thoraciques, plus une extension du premier segment abdominal. Il porte les éléments locomoteurs de l'abeille.

L'abdomen est constitué de 7 segments visibles reliés entre eux par une membrane inter segmentaire.

L'intérieur de l'abdomen est composé en grande partie du système respiratoire trachéen, du système digestif, du système circulatoire et du système reproducteur (Winston, 1993).

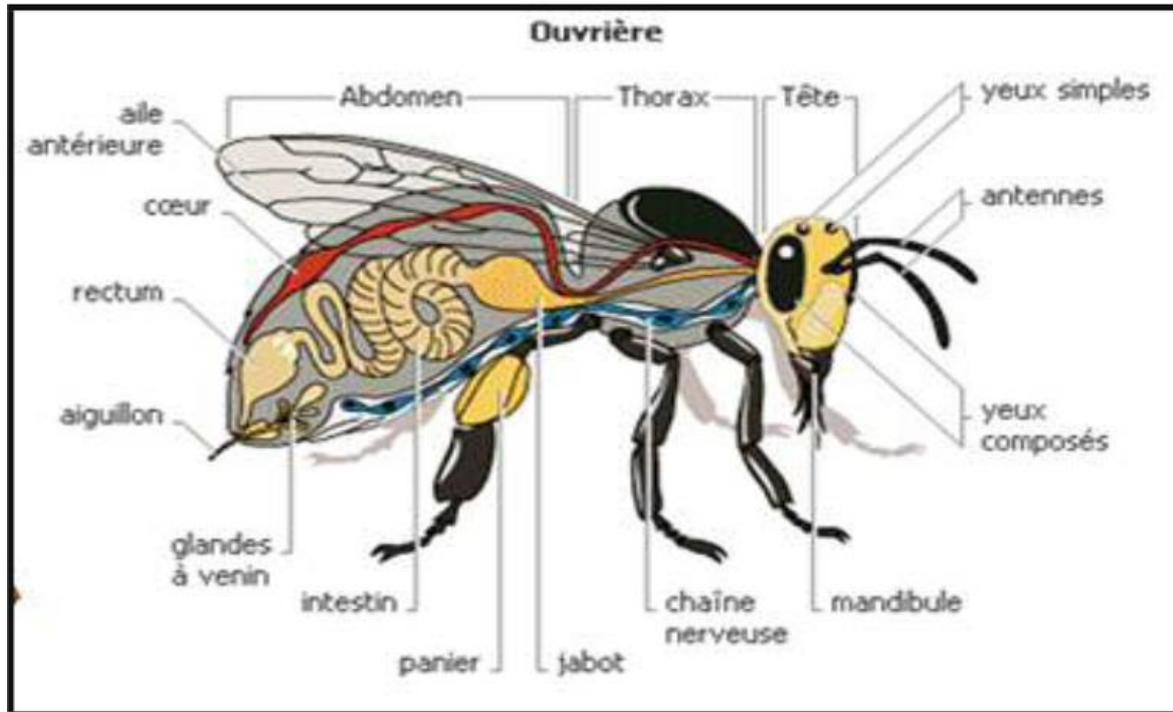


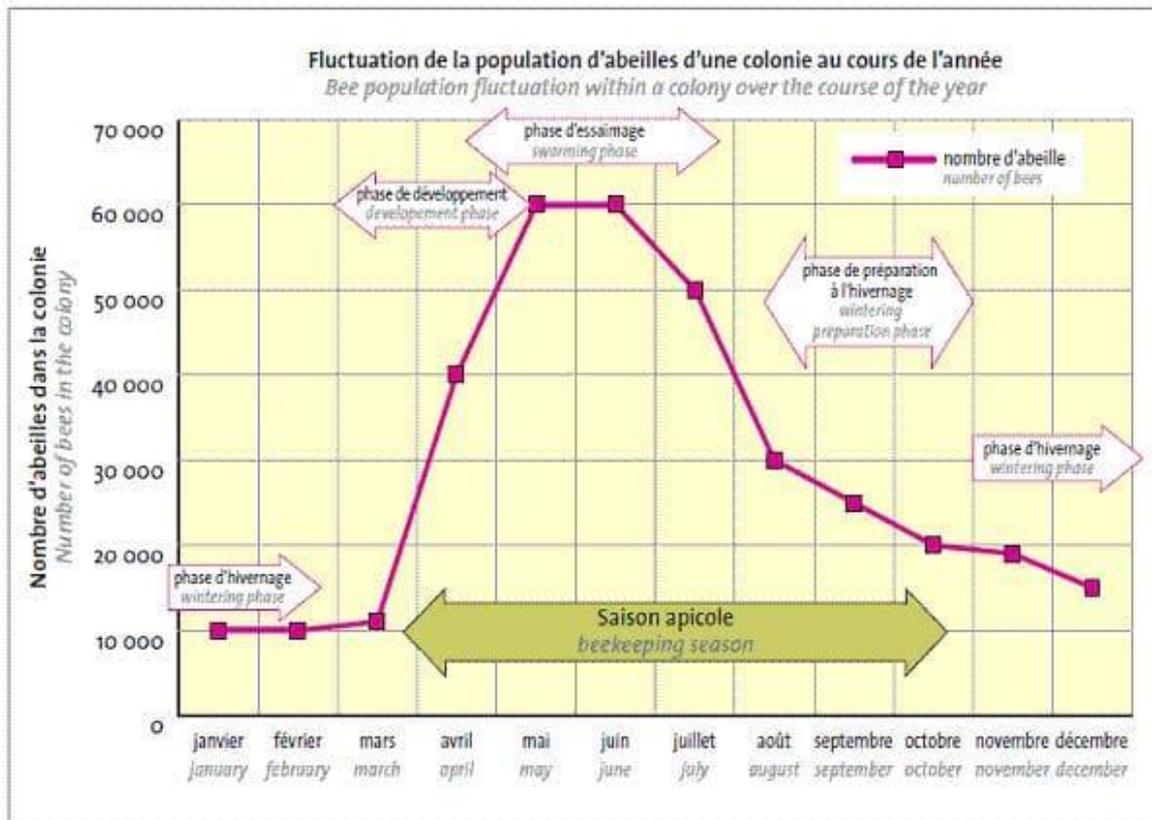
Figure 3 : Morphologie de l'abeille (Hennebelle, 2010)

### 3. Dynamique des populations

Le réveil printanier se réalise dès les premières journées ensoleillées de l'année. Une colonie qui a surmonté l'hiver sans difficulté est composée d'une reine et d'environ 10000 ouvrières. Tour à tour, les abeilles effectuent leur premier vol qui permet de rejeter les excréments accumulés pendant tout l'hiver, c'est le vol de propreté (Biri, 2010).

La reine pond en continu du début du printemps jusqu'à la fin de l'automne. Pendant les mois d'été plus de 1 000 à 2 000 ouvrières éclosent chaque jour ce qui permet d'atteindre une population totale de 40 000 à 70 000 individus (Von frisch, 2011 ; Toma *et al.*, 2009). Lorsque les conditions le permettent, une phase d'essaimage se réalise à la fin du printemps. Dès le milieu de l'été, la taille de la colonie se réduit progressivement et elle se prépare au repos hivernal en produisant les abeilles d'hiver, qui vivront plusieurs mois. Une dernière récolte automnale est effectuée, puis les ouvrières éliminent les faux-bourdons (Biri, 2010).

L'hivernage peut débuter entre septembre et novembre selon les conditions climatiques. Pendant cette période, les ouvrières, regroupées autour de la reine, vivent sur les réserves accumulées pendant la saison (**figure 4**).



**Figure 4:** Population théorique moyenne d'abeilles par ruche, selon la saison, en climat tempéré (Toma *et al.*, 2009).

#### 4. Communauté des abeilles

Les abeilles vivent dans les ruches en colonie. Elles forment une société très organisée. Chaque colonie est composée :

- Des individus adultes ou (castes) : une seule reine ; plusieurs milliers d'ouvrières et quelques centaines de faux bourdons (mâles).
- Du couvain : désigne l'ensemble des formes immatures de l'abeille au cours de son développement (œufs, larves et nymphes), il y a :
  - Couvain ouvert : qui est constitué des œufs et des larves dont la durée de vie est respectivement 3 et 5 jours pour toutes les castes.
  - Couvain operculé : correspond au stade nymphal. Les alvéoles renferment les nymphes qui sont couvertes par une mince couche de cire produites par les

ouvrières cirières. La durée de ce stade diffère d'une caste à une autre. Elle est de 7 jours pour la reine, 13 jours pour l'ouvrière et 16 jours pour le mâle. (Rouibi, 2016)

Une colonie comprend trois sortes d'abeilles adultes ou castes (**Figure 8**) :

#### **4.1. Les ouvrières (femelles non reproductives) :**

Elles résultent d'œufs fertilisés et représentent la très grande majorité de la population. Elles sont caractérisées par une langue développée qui leur permet la récolte du nectar, des pattes dotées de brosses et d'une corbeille pour la récolte du pollen (Caron, 1999). Leurs ovaires sont atrophiés mais peuvent dans certaines circonstances pondre des œufs qui ne donneront naissance qu'à des faux bourdons (Ravazzi, 1996 ; Le Conte, 2002). Leur durée de développement est de 21 jours (Laidlaw & Page, 1997). Les ouvrières ont une espérance de vie de 15 à 70 jours pour les abeilles d'été et de 170 à 243 jours pour celles d'hiver (Fluri, 1994)

Dès leur naissance, les ouvrières réalisent une série de tâches dont la séquence est une partie intégrante de l'organisation sociale de la colonie (Adjlane 2015).

##### ➤ **Nettoyeuse**

Une fois la cuticule durcie, l'ouvrière effectue ses premiers travaux de nettoyeuse. Sa tâche consiste à enlever les débris de cire, les morceaux de pollen et les fèces laissés par les nymphes écloses, puis à lécher et à polir le fond de la cellule. Les alvéoles ainsi préparées serviront soit à élever une abeille, soit à stocker des réserves de miel ou de pollen (Charpentier Gaël, 2013).

##### ➤ **Nourrice**

Les glandes impliquées dans la fabrication de gelée royale se développent dès les premiers jours de vie de l'abeille. Au bout de trois jours, les nourrices sont capables de nourrir des larves grâce à leurs glandes mandibulaires et à leurs glandes hypopharyngiennes qui produisent respectivement une sécrétion blanche riche en lipides et une substance riche en protéines. Elles permettent la production de gelée royale qui est déposée au fond de la cupule proche de la larve grâce à l'ouverture des mandibules de la nourrice (Huang, 1990).

Les nourrices vont consommer une grande quantité de pollen pour stimuler leurs glandes et fournir aux larves la quantité nécessaire de nourriture (Rortais *et al.*, 2005 ; Frazier, 2009).

### ➤ **Maçonne**

Quinze jours après l'émergence, les glandes mandibulaires de l'ouvrière sont atrophiées. Au contraire, les glandes cirières sont arrivées à maturité et produisent de petites écailles de cire qui seront mélangées à de la salive par l'abeille maçonne et seront employées à la construction de nouvelles alvéoles (Wager et Breed, 2000) (**Figure 5**).



**Figure 5** : Paillettes de cire produites par les glandes cirières chez l'abeille maçonne (Wager, 2000)

### ➤ **Gestionnaire**

Chez l'abeille gestionnaire les glandes cirières sont atrophiées. Sa tâche est de récupérer le nectar des butineuses par trophallaxie à l'entrée de la ruche, de le régurgiter et de l'ingurgiter à plusieurs reprises dans le but de le déshydrater. Quand le nectar atteint une teneur en eau de 18%, il est stocké dans une alvéole. Il est alors appelé miel. Pour le pollen, c'est la butineuse qui le dépose dans une alvéole et c'est la gestionnaire qui le mélange avec du miel. Elle rajoute des enzymes comme l'invertase, l'amylase, la gluco-oxydase. Produites par les glandes salivaires de l'abeille, elles permettent l'hydrolyse des glucides et une action bactéricide pour une longue conservation du miel et du pollen (Tautz, 2008).

### ➤ **Ventileuse**

L'abeille ventileuse est âgée d'environ 18 jours et a pour tâche de réguler la température de la ruche et de maintenir le couvain à une température comprise entre 30 et 37°C (Fahrenholz *et al.*, 1989). Dans les parties abritant du couvain, les abeilles

ventileuses coordonnent leur travail avec les abeilles porteuses d'eau afin de maintenir une hygrométrie élevée, comprise entre 90 et 95 % d'humidité, en particulier pour l'incubation des œufs et l'élevage du premier stade larvaire (Doull, 1976). Au contraire, dans les parties abritant les réserves, les ventileuses diminuent l'hygrométrie pour déshydrater le nectar (**figure 6**).

### ➤ Gardienne

Entre 12 et 25 jours, les ouvrières ont pour fonction de protéger la colonie en surveillant l'entrée de la ruche (**figure 6**). En cas de danger pour la colonie, les gardiennes adoptent une posture d'intimidation puis délivrent des phéromones d'alerte pour appeler les autres gardiennes et les orienter vers l'agresseur (Wager et Breed, 2000).



**Figure 6** : Abeilles gardiennes et ventileuses (Charpentier Gaël, 2013)

### ➤ Butineuse

A l'âge de 21 jours, l'ouvrière va sortir de la ruche pour récolter la nourriture nécessaire au développement de la colonie : le pollen, le nectar et l'eau. Cette tâche est la plus épuisante et la plus risquée ; ces abeilles vont effectuer au maximum 10 voyages de 3 km par jour. Les butineuses ont une durée de vie d'environ 1,5 mois pendant la période favorable (Nieh, 2010)



**Figure 7** : Abeille butineuse sur Vipérine

Pour la récolte du pollen, source de protéines et vitamines, l'abeille frotte ses pattes antérieures sur les pistils des fleurs (**figure 7**), puis elle se nettoie et transfère le pollen sur ses troisièmes pattes en rajoutant du nectar afin de former une pelote. Pour la récolte du nectar, source de glucides, l'abeille aspire le nectar des fleurs et le stocke dans son jabot puis, une fois arrivée à la ruche, elle le régurgite et le donne aux abeilles présentes dans la ruche. Pour la récolte de l'eau, les abeilles apportent l'eau essentielle à la fabrication de la nourriture, à l'hydratation des larves et au refroidissement de la colonie.

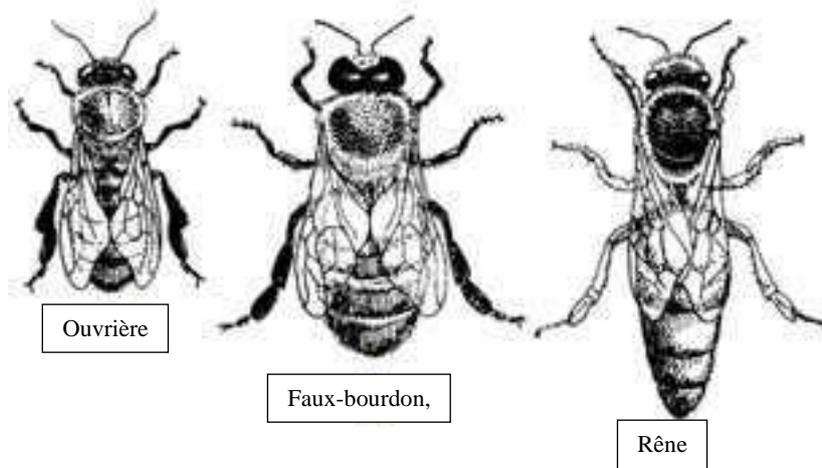
#### **4.2. Reine :**

La reine a pour unique mission d'assurer le renouvellement permanent des membres de la colonie, elle passe tout son temps à pondre, c'est elle qui donne naissance à toutes les abeilles de la ruche. Elle peut pondre jusqu'à 2000 œufs par jour. Elle mesure 18 à 20 mm, son thorax est plus large et son abdomen est plus long (**figure 8**). Dans de bonnes conditions, elle peut vivre quatre à cinq ans. Elle connaît plusieurs accouplements avec différents mâles, les faux-bourdon. Lorsque sa spermathèque est pleine, elle retourne dans la ruche, dont elle ne sortira plus. Quelques jours après sa fécondation, la reine commence à pondre (Atmani et Merabet, 2018).

#### **4.3. Faux-bourdons :**

Les faux-bourdons (ou abeilles mâles) sont plus trapus, plus velus que les ouvrières (**figure 8**). Ils naissent uniquement au printemps, leur nombre est de quelques centaines dans une colonie. Leur rôle est de féconder la reine. Ceux qui y parviennent en meurent : leur appareil génital est arraché lors de la fécondation. Incapables de butiner, ils puisent dans les réserves de miel de la ruche. A l'automne, quand la nourriture devient moins abondante, les

faux-bourçons sont tués ou expulsés de la ruche. Ne sachant pas se nourrir seuls, ils meurent (Atmani et Merabet, 2018).



**Figure 8:** Les différents types de castes dans une colonie (Blackiston, 2009)

## 5. Reproduction et cycle de développement

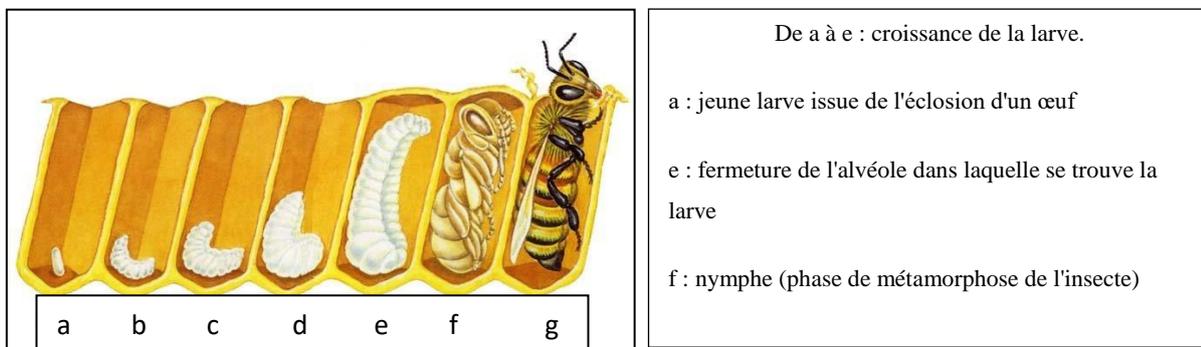
Rentrée de son vol nuptial, la reine fécondée commence la ponte : jusqu'à 2 000 œufs par jour, pour un poids total équivalent à son propre poids. La ponte se réalise dans le centre de la ruche, communément appelé nid. Autour de ce nid se trouvent une couronne d'alvéoles remplies de pollen, et encore plus à l'extérieur, les alvéoles remplies de miel. Un mécanisme musculaire permet à la reine de choisir de féconder ou non les œufs qu'elle dépose au fond des alvéoles : les œufs non fécondés, haploïdes, donneront des mâles (parthénogenèse arrhénotoque) tandis que les œufs fécondés, diploïdes, se développeront en femelles (Von Frisch, 2011).

Le développement d'une abeille adulte, quelle que soit sa caste, passe par trois étapes : le stade de l'œuf, le stade larvaire et le stade nymphal (**figure 9**). La différence entre les castes se fait sur la durée de chaque étape. Ces durées connaissent de grandes variations dépendantes notamment de facteurs génétiques et climatiques.

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).

Après ces trois jours d'incubation, une larve 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 (Von Frisch, 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 des ouvrières 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. 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 9:** les grandes étapes du développement commun aux trois castes d'abeille (Biri, 2010).

## 6. La communication sociale d'abeilles

Chez l'abeille, le terme de communication sociale fait référence aux échanges de signaux entre individus d'une même colonie.

On distingue classiquement deux modes de communication, l'un reposant sur les signaux chimiques (les phéromones), l'autre sur les signaux vibratoires (les danses). Il semble aussi

qu'un 3<sup>ème</sup> mode de communication entre abeilles ouvrières a lieu lors des interactions trophallactiques (Dechaume Moncharmont, 2003).

Chez *A. mellifera*, les signaux de reconnaissance dans leur ensemble peuvent être d'origine environnementale ou génétique et dans ce cas être produit par la reine ou par les ouvrières. L'influence de facteurs environnementaux sur la formation de l'odeur coloniale serait possible (Breed *et al.*, 1995). La communication chimique chez *A. mellifera* repose essentiellement sur les signaux phéromonaux. La sensibilité d'une ouvrière aux phéromones est variable en fonction de son âge et de son état physiologique. Ainsi, les ouvrières de quelques jours ont une faible réaction comportementale ou neurophysiologique aux phéromones d'alarme et aux odeurs produites par la reine, mais de forte réaction sont visible chez les ouvrières les plus âgées (Winston, 1987).

Les glandes productrices des phéromones sont nombreuses : mandibulaires, tarsales, tergales, de koschevnikov...etc. De nature chimique souvent complexe, les phéromones produites par la reine assurent un contrôle très puissant sur les ouvrières, et ses signaux jouent souvent un rôle inhibiteur, d'une part, sur le développement ovarien, et d'autre part, sur l'action d'essaimage. Au contraire, les phéromones produites par les ouvrières sont surtout incitatrices et agissent lors de l'orientation et de la défense (Dechaume Moncharmont, 2003).

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

Différents éléments, tant à l'échelle individuelle qu'à l'échelle de la colonie, vont participer à la défense de la colonie d'abeilles face aux agents pathogènes :

### **7.1. Une défense comportementale :**

- le comportement de nettoyage des alvéoles par les ouvrières (Boecking et Spivak, 1999) ;
- la présence, au sein des colonies d'abeilles, d'ouvrières spécialisées dans l'activité de retrait des abeilles malades et des cadavres en dehors de la ruche (1 à 2 % des ouvrières) (Visscher, 1983) ;
- l'auto-épouillage et l'allo-épouillage (Fries et Camazine, 2001).

## 7.2. Une protection morphologique :

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

## 7.3. Une protection physiologique :

- l'utilisation de substances complexes à propriétés antibactériennes comme la cire, la propolis, le miel (Fries et Camazine, 2001) ;
- la courte espérance de vie et le remplacement rapide par des individus sains (Boecking et Spivak, 1999) ;
- induction d'une 'fièvre' au sein de la colonie en cas d'infection par des agents pathogènes (Starks *et al.*, 2000).

## 7.4. Une protection immunitaire :

Les insectes ont un système immunitaire inné permettant une réponse immune humorale et cellulaire régulé par de nombreux gènes. La réponse immunitaire peut être appréciée en suivant l'expression de gènes codant pour des enzymes de l'immunité (ex : le phénol oxydase, le glucose deshydrogénase, le glucose oxydase, le lysozyme, l'eater) ou en quantifiant les peptides antimicrobiens (ex : l'abaecine, la défensine, l'apidaecine, l'hymenoptaecine). Le nombre de marqueurs de l'immunité est en constante évolution depuis l'amélioration des techniques de biologie moléculaire (Yang et Cox-Foster, 2005; Evans, 2006 ; Evans *et al.*, 2006; Di Prisco *et al.*, 2011 ) .

## 8. Importance des abeilles ; Rôle écologique de l'abeille

Les abeilles domestiques, *Apis mellifera* jouent un rôle primordial dans les diverses phases de la vie de nombreuses espèces végétales et animales. Elles contribuent à maintenir la chaîne des écosystèmes (Straub, 2007).

Les abeilles maintiennent l'équilibre de la biosphère terrestre en présentant de nombreux intérêts dont :

- La pollinisation : elles représentent de 65 à 95 % des insectes pollinisateurs (Gallai *et al.*, 2009 ; Rader *et al.*, 2009; Moritz *et al.*, 2010) ;
- Le maintien de la diversité génétique (Anderson *et al.*, 2011 ; Krupke *et al.*, 2012) ;
- La production du miel, de la propolis, de la gelée royale, du pollen, et de la cire.

Ainsi donc ces petites bûcheuses que sont les abeilles, représentent non seulement une importance économique mondiale ; mais aussi beaucoup d'effets bénéfiques pour la santé humaine (Bogdanov, 2006). A ce propos, la célèbre citation d'Albert Einstein :

*«Si l'abeille disparaissait de la surface du globe, l'homme n'aurait plus que quatre années à vivre» – Albert Einstein*

## 9. Principales maladies de l'abeille

Un large éventail de maladies et d'organismes nuisibles peuvent affecter l'abeille domestique et nuire à son développement ou à la productivité des colonies. Le **tableau 1** présente un portrait sommaire des pathogènes et parasites les plus problématiques en apiculture.

Par ailleurs, un certain nombre d'insectes et autres animaux nuisibles peuvent agir en tant que prédateurs ou déprédateurs (animaux qui causent des dégâts matériels à une ruche dans le but de se nourrir). Ces derniers peuvent se nourrir de larves ou d'abeilles adultes, de miel, de pollen, de cire ou simplement profiter de la chaleur de la ruche pour se mettre à l'abri. De plus, certains mammifères prédateurs, tels que les souris, les rats laveurs, les mouffettes et les ours, peuvent piller les ruches en quête de nourriture et ainsi causer des dégâts considérables aux colonies (Boucher *et al.*, 2011).

**Tableau1** : Maladies de l'abeille domestique fréquemment rencontrées (1. Pernal & Clay (2015); 2. Boucher et al. (2011); 3. Prevention of honeybee colony losses (2016))

Maladie	Agent biotique responsable	Stades de l'abeille touchés	Description et impact sur la colonie
Maladies bactériennes			
Loque américaine	<i>Paenibacillus larvae</i>	Couvain	Maladie du couvain la plus dévastatrice à l'échelle mondiale <sup>1</sup> . Très contagieuse, peut rapidement causer la perte des colonies d'un rucher <sup>2</sup> .
Loque européenne	<i>Melissococcus pluton</i> <i>Paenibacillus alvei</i> <i>Enterococcus faecalis</i>	Couvain	Maladie contagieuse largement répandue Cause généralement peu de dommages <sup>2</sup> .
Mycoses			
Couvain plâtré	<i>Ascophæra apis</i>	Couvain	Généralement peu dommageable. Peut représenter un risque élevé pour les colonies affaiblies. Contamination avec de la nourriture larvaire contaminée <sup>2</sup> .
Nosérose	<i>Nosema apis</i> <i>Nosema ceranea</i>	Adulte	Maladie infectieuse du système digestif de l'abeille. Largement répandue. Contamination par ingestion <sup>2</sup> .
Maladies virales			

Maladie des ailes déformées	Virus des ailes déformées des adultes nouvellement émergées <sup>1</sup> .	Tous les stades	Virus de l'abeille domestique le plus répandu dans le monde. Cause des malformations et la mort précoce.
Autres viroses	Virus du couvain sacciforme, virus israélien de la paralysie aiguë, virus de l'abeille du cachemire, etc.	Différents stades	Actuellement, 24 virus de l'abeille ont été identifiés mondialement, dont une dizaine ont été retrouvés en Amérique du Nord <sup>3</sup> .
Acariens parasites			
Varroase	<i>Varroa destructor</i>	Couvain et adulte	Plus important problème sanitaire affectant les abeilles. Maladie parasitaire très contagieuse pouvant causer la perte de la colonie <sup>2</sup> .
Acariose	Acarien des trachées ( <i>Acarapis woodi</i> )	Adulte	Maladie parasitaire contagieuse affectant le système respiratoire des abeilles. Peut entraîner des dommages importants dans les colonies. Se transmet d'une abeille à l'autre, par contact direct <sup>2</sup> .

# CHAPITRE II

**Le parasite :**

*Varroa destructor*

## CHAPITRE II : Le parasite : *Varroa Destructor*

*V. destructor* est l'un des problèmes majeurs de l'apiculture mondiale. Il se nourrit principalement dans le couvain d'ouvrières et de faux-bourçons, mais il parasite aussi l'abeille adulte (Fernandez et Coineau, 2002). Sa contagiosité et ses effets en font un véritable fléau. Maladie réglementée, la varroase est classée, en plusieurs pays, en danger sanitaire de deuxième catégorie. Elle se trouve également sur la liste des maladies à déclaration obligatoire de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE, 2013). *V. destructor* est signalé en Algérie depuis 1981 (De Favaux, 1984).

### 1. Généralités

Le *Varroa destructor* (Anderson et Trueman, 2000) est un acarien ectoparasite de l'abeille asiatique *Apis cerana*, qui au milieu du 20<sup>ème</sup> siècle est passé sur l'abeille domestique *Apis mellifera* (Oldroyd, 1999). La présence de ce parasite chez d'autres groupes d'insectes a été mentionnée, toutefois, elle ne participe pas à son cycle biologique (Kevan *et al.*, 1990).

Cet acarien est l'agent de la Varroase qui est une parasitose de l'abeille mellifère. Le *V. destructor* est un ectoparasite phorétique et obligatoire de l'abeille, c'est-à-dire qu'il se déplace d'une colonie à l'autre en étant transporté par l'abeille (Phorétique) et il ne peut se développer chez d'autres hôtes que l'abeille (Simoneau, 2004).

### 2. Historique et nomenclature

Avant l'année 2000, *V. destructor* était connu sous le nom de *Varroa jacobsoni*, identifié pour la première fois en 1904 en Indonésie (Oudemans, 1904). Il s'agissait au départ d'un parasite de l'abeille asiatique *Apis mellifera cerana*, indigène de l'Asie. Le changement d'hôte du parasite d'*A.m. cerana* vers *A. mellifera* aurait eu lieu vers 1957 au Japon, où les deux espèces d'abeilles cohabitaient depuis 1877 (de Guzman *et al.*, 1997). Les différences entre les deux espèces sont récapitulées dans le **tableau 2**. Dès le premier contact de *Varroa* avec son nouvel hôte, le commerce de colonies a grandement aidé l'acarien dans l'irrésistible expansion de son territoire. Ainsi, *Varroa destructor* est à ce jour présent sur tous les continents à l'exception de l'Australie (Wilfert *et al.*, 2016).

*La varroase a traversé presque tout le territoire Algérien en 1981. Venue d'Asie via l'Europe, elle met à présent le cap à l'ouest du Maghreb et au sud du Sahara. Sur son passage certains apiculteurs algériens ont perdu de 30 à 50 % de leur cheptel en 1991 (Boukhalfa, 1991).*

**Tableau 2 :** Différences entre *Varroa destructor* et *Varroa jacobsoni*

	<i>V. destructor</i> (Anderson et Truman, 2000)	<i>V. jacobsoni</i> (Oudemans, 1904)	Références
Abeille	<i>A. mellifera</i>	<i>A. cerana asiatique</i>	
Taille	plus grand	plus petit	Delfinado Baker et Houck, 1989
Développement	Se reproduit dans le couvain des faux bourdons et des ouvrières	Se reproduit dans le couvain des mâles d' <i>A. cerana</i> . Infeste l'abeille asiatique et ne se reproduit pas sur <i>A. mellifera</i> Européenne	Anderson, 1994 Anderson, 2000
Analyse de l'ADN	Différente de celle de <i>V. jacobsoni</i>	Différente de celle de <i>V. destructor</i>	Anderson, 1999

### 3. Classification systématique

La Classification de *Varroa destructor* au sein du règne animal a été réalisé à partir de données issues de plusieurs ouvrages (Colin *et al.*, 1999; Fernandez et Coineau, 2002).

Embranchement : Arthropodes

Classe : Arachnides

Sous-classe : Acariens

Ordre : Mésostigmates

Famille : Varroidae

Genre : *Varroa*

Espèce : *Varroa destructor* (Anderson et Truman, 2000).

#### 4. Morphologie du parasite

*Varroa destructor* présente un dimorphisme sexuel très marqué à l'état adulte ; la femelle étant presque deux fois plus grande que le mâle. Cette dernière est facilement observable sur le corps des abeilles adultes tandis que le mâle et les formes immatures (formes larvaires et nymphales) sont cachés dans le couvain operculé (Lhomme, 1990).

La femelle adulte est de forme elliptique, aplatie dorso-ventralement et de couleur brun-rouge (Bautz et Coggins, 1992) (**figure 10**). Elle mesure 1.1-1.2 mm de long par 1.5-1.6 mm de large. Le mâle, qui ne se retrouve que durant le cycle larvaire de l'abeille, est plus petit et blanc-jaune. Il mesure environ 0.7 mm de long par 0.7 mm de large. Les mâles ne se nourrissent pas et se retrouvent uniquement à l'intérieur des cellules de couvain (Robaux, 1986).



**Figure 10** : *Varroa destructor* (face dorsale et face ventrale)

(Goodwing et Van Eaton, 2001).

La femelle est bien adaptée au parasitisme et à la phorésie, Parmi les adaptations importantes lui permettant de survivre sur son hôte, on trouve ;

- des pièces buccales spécialisées permettant de percer la cuticule de l'abeille,
- une forme aplatie lui permettant de se glisser entre les segments de l'abeille,
- le pérित्रème qui permet à la femelle de respirer même lorsqu'elle se cache dans la nourriture laissée pour le couvain,
- des pattes munies de «ventouses» et des poils rigides sur le ventre rendant le délogement par les abeilles difficile.
- ainsi qu'une cuticule épaisse lui permettant d'éviter la perte d'eau trop rapidement et dont la composition chimique ressemble à celle de l'abeille et lui sert de «camouflage chimique » (Martin, 1997).

## **5. Sources de contamination**

Les sources de contamination sont avant tout les autres colonies infestées. Notons que les produits de la ruche sont des milieux dysgénésiques pour le parasite, la source de contamination est donc bien la ruche infestée et non les produits de la ruche. Les colonies traitées représentent également une source de contamination lorsqu'elles possèdent du couvain operculé, couvain qui protège les parasites des traitements acaricides. Des traitements mal effectués produisent des colonies potentiellement dangereuses pour le reste du rucher.

Le milieu extérieur peut également, dans une moindre mesure, être une source de contamination : la femelle *Varroa* peut survivre deux à dix jours dans le milieu extérieur selon la température et l'hygrométrie. Ainsi, on peut les trouver sur le matériel apicole (notamment lors de la récolte), sur une fleur, sur d'autres insectes (bourdons, guêpes) ou encore dans les ruches après effondrement de la colonie (Treilles, 2002).

## 6. Modes de transmission

*Varroa destructor* est un parasite phorétique (**figure 11**). La varroase se propage par plusieurs voies, d'une abeille à abeille, d'une ruche à ruche, et même d'un rucher à un autre. Cela est dû à plusieurs facteurs, soit naturels par la dérive des butineuses, l'essaimage et le pillage ou apicoles par la transhumance et les échanges entre les apiculteurs (Anderson, 1988 ; Treilles, 2002 ; Bernard 2003).



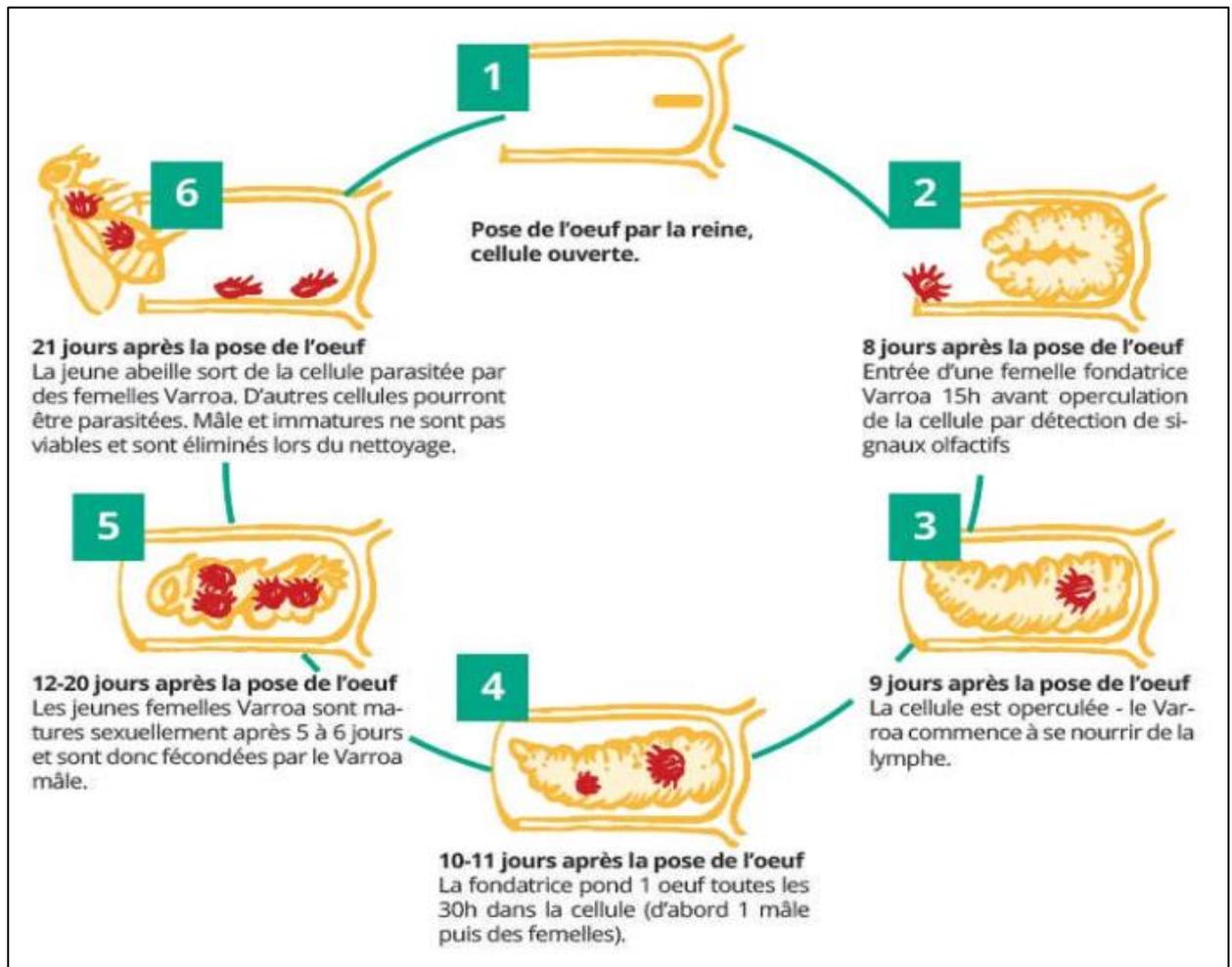
**Figure 11** : Varroa phorétique (a : photo personnelle, b : Ellis & Zettelnaen, 2010).

## 7. Reproduction et cycle de vie

Pour être en mesure de lutter efficacement contre le parasite *V. destructor*, il est essentiel de bien connaître son cycle de reproduction (**figure 12**).

Le cycle de vie de *Varroa* est strictement lié à celui de l'abeille. Il présente deux phases : une phorétique concernant l'abeille adulte, et une reproductive qui a lieu dans les cellules du couvain operculé, mâle et d'ouvrières (Fries, 2005). La phase de reproduction de *Varroa* dure depuis l'operculation jusqu'à l'émergence de l'abeille. La femelle fondatrice pénètre dans une cellule de couvain quelques heures avant l'operculation et s'immerge dans la nourriture larvaire (Ifantidis, 1988). Après l'operculation, elle perce les téguments de la nymphe créant un site de ponction d'hémolymphe, stimule son ovogenèse et commence sa ponte. Chaque femelle pond 5-6 œufs dont le premier se développe en mâle. Adulte, il s'accouple avec ses sœurs en fin de développement. A l'émergence de l'abeille, seules les femelles adultes entament leur cycle de vie. La phase de phorésie correspond à la période comprise

entre la sortie de *Varroa* de la cellule et de son entrée dans une autre cellule (Dieteman *et al.*, 2013).



**Figure 12** : le cycle évolutif du *Varroa* (Martin, 1994)

## 8. Actions pathologiques

La multiplication du *Varroa* se fait dans le couvain operculé. Le parasite vit sur l'abeille adulte environ 5 jours afin de parfaire sa maturité sexuelle.

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

### 8.1. Action spoliatrice

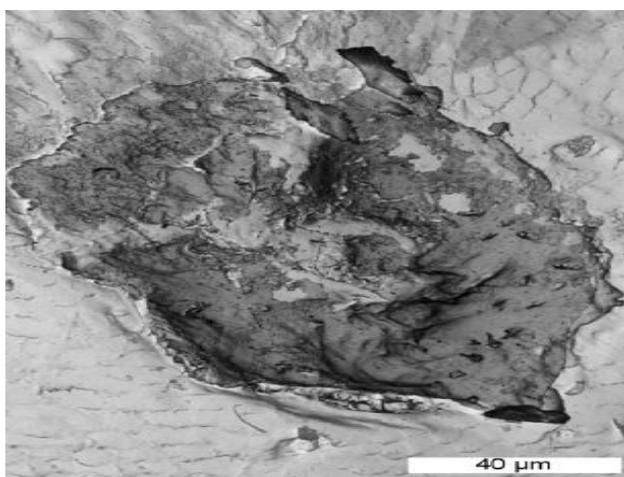
Les prises répétées d'hémolymphe par *Varroa* conduisent à une diminution de son volume total mais également de son taux de protéines, ce qui compromet le développement de la nymphe (Bowen-Walker *et al.*, 1999) (**figure 13**).



**Figure 13** : *V. destructor* sur une nymphe d'abeille (Ellis & Zettelnaen, 2010)

## 8.2. Action mécanique

La présence du parasite chez l'abeille adulte altère son comportement au détriment de ses tâches habituelles. Les femelles adultes, pour accéder à l'hémolymphe de larves, nymphes et abeilles adultes, doivent percer la cuticule de leur hôte (Faucon, 2003) (**figure 14**).



**Figure 14** : Blessure réalisée par une femelle adulte *V. destructor* sur le sternite du 2<sup>ème</sup> segment abdominal d'une nymphe de faux-bourdon (Photo réalisée au microscope électronique à balayage) (Herrmann *et al.*, 2005).

Le parasitisme entraîne des malformations et une faiblesse de la jeune ouvrière (raccourcissement de l'abdomen, déformation des ailes...). Une forte infestation provoque la mort de nymphes avant l'émergence et la naissance d'abeilles mutilées (Boecking et Genersch, 2008). *Varroa* provoque également une baisse de poids d'environ 30% et une diminution de l'espérance de vie (Bowen- Walker et Gun, 2001).

### 8.3. Action vectrice

*V.destructor*, d'une part, est un vecteur de différents virus, en particulier du virus DWV (Deformed Wing Virus) responsable de la paralysie aiguë et de la déformation des ailes (Bowen-Walker *et al.*, 1999) et d'autre part, à travers la morsure il permet l'activation de certains virus présents à l'état latent dans l'hémolymphe de l'abeille (Tentcheva *et al.*, 2004).

## 9. Evolution de l'infestation de *Varroa destructor*

L'augmentation de la population de *Varroa* suit celle de la colonie d'abeilles, la situation devient critique en fin d'été quand le couvain diminue alors que le rythme de reproduction de *Varroa* continue. L'infestation est à son minimum en hiver, elle augmente au cours de la saison apicole où les cellules du couvain mâle sont beaucoup plus infestées que celles du couvain des ouvrières et elle atteint son paroxysme en automne (Boot, 1995 ; Calderone, 2001). Le **Tableau 3** présente l'importance de l'infestation de *Varroa*.

**Tableau 3** : L'importance de l'infestation de *Varroa* de la colonie d'abeille (Robaux 1986)

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

**CHAPITRE III :**

**Moyens de lutte contre**

***Varroa destructor***

## Chapitre III : Moyens de lutte contre *Varroa destructor*

Parmi les produits homologués pour lutter contre la Varroase figurent les acaricides de synthèse (*amitraze*, *tau-fluvalinate*, *coumaphos* et *fluméthrine*), les acides organiques (*acide formique* et *acide oxalique*) et une huile essentielle (*thymol*). Leur utilisation peut toutefois s'avérer grandement utile dans le but de maintenir les infestations par le *Varroa* à de faibles niveaux durant toute la saison apicole (Eccles *et al.*, 2016; The Honey Bee Health Coalition, 2016).

### 1. Méthodes de dépistage simplifié

Le dépistage de ce parasite est relativement simple à faire. Il suffit d'ouvrir les alvéoles pour pouvoir déceler une ou quelques petites taches brunes (*Varroa*) sur la puppe naissante. Avec un petit outil, on sort la puppe et on évalue la proportion d'alvéoles infestées.

Une autre façon simple de détecter *Varroa*, sans ouvrir la chambre à couvain, est de déposer un carton autocollant sur un plateau standard ou sur un plancher à fond grillagé, appelé plateau de ruche anti-varroas. Le carton est placé sous la ruche, pendant 1 à 3 jours, tout en laissant passer les Varroas qui tombent par mort naturelle ou qui chutent accidentellement. Les parasites, tombant sur une surface collante, ne peuvent donc plus retourner dans la ruche. Il ne reste qu'à retirer le carton et, avec une loupe, confirmer qu'il s'agit de *Varroa*. Le carton peut également servir à faire un décomptage de *Varroas*.

Il y a d'autres méthodes mais ces deux méthodes sont les plus simples et les plus utilisées par les apiculteurs parce qu'elles donnent une bonne idée du niveau d'infestation et ne dérangent pas la colonie.

### 2. Les acaricides synthétiques

#### 2.1. L'amitraze

L'amitraze a été commercialisée en 1974. Utilisée auparavant pour le traitement des arbres fruitiers, elle n'est plus autorisée en agriculture depuis 2005 et par contre, toujours trouvée dans des médicaments vétérinaires antiparasitaires pour les animaux domestiques ;

C'est également la molécule active des médicaments à usage *Varroacide*. Exemple : *Apivar*®. Le mode d'action de *l'amitraze* le plus probable est que *l'amitraze* soit un agoniste des récepteurs à l'octopamine (Dudai *et al.*, 1987 ; Evans et Gee, 1980).

## 2.2. Le tau-fluvalinate

*Le tau-fluvalinate* de la famille des *pyréthrinoïdes* est utilisé comme insecticide et acaricide. Il est employé contre la *varroase* depuis 1988. *La fluméthrine* comme : *Bayvarol*® est un composé neurotoxique agissant sur les canaux sodium voltage-dépendants, des protéines membranaires dont le rôle est primordial dans la propagation du signal nerveux (Davies *et al.*, 2007 ; Wangs et Wang, 2003).

## 2.3. Coumaphos

*Le coumaphos* agit comme inhibiteur de *l'acétylcholinestérase* (Fukuto, 1990). Il est la molécule active du médicament *ChekMite+*®.

# 3. Lutte biotechnologique

## 3.1. Retrait du couvain de faux-bourdon operculé

Cette approche est basée sur l'attraction de *Varroa* pour le couvain de faux bourdon, une attraction 8 fois plus grande que celle pour le couvain d'ouvrières (Charrière *et al.*, 1998).

Il faut introduire les cadres à faux-bourdon assez tôt au printemps (période la plus importante pour l'application de cette technique) pour qu'ils soient bâtis assez rapidement. Il faut s'assurer de ne pas laisser éclore les faux-bourdon de ces cadres et donc, les retirer dès qu'ils sont operculés. On peut faire congeler les cadres puis retirer les larves. On peut ainsi réutiliser les cadres. Cette mesure biotechnique devrait également être pratiquée en été (3 à 5 fois) et permet de retarder le traitement à l'automne suivant s'il y a lieu.

## 3.2. Formation d'un nucléus

C'est une autre mesure biotechnique complémentaire efficace qui enlève une quantité importante de *Varroas* dans la colonie-mère. La division se fait tout de suite après la première miellée du printemps de sorte que la colonie-fille puisse être assez forte pour la prochaine miellée. La reine est laissée dans la colonie-mère sauf en période de fièvre d'essaimage. Après la division, les nucléus sont placés loin des colonies-mères (3 km). La division en nucléus non seulement réduit la population (distribution) de *Varroas* mais prévient également

l'essaimage, compense pour les pertes hivernales, renforce les colonies faibles et contribue à donner un regain de jeunesse aux colonies mères. On parle d'une réduction moyenne de 30% de Varroas. En fait, ce n'est pas strictement la population de *Varroas* qui diminue mais sa distribution ou sa dilution dans un nombre d'abeilles dont le nombre augmente.

### 3.3. Saupoudrage

Saupoudrer une fine poudre est une méthode qui aide à contrôler l'infestation par *Varroa destructor*. En effet, à l'extrémité des pattes du *Varroa* il y a une pelote adhésive complexe, souple et transparente, qui lui permet de s'agripper à la cuticule des abeilles. Une couche de poudre sur cette pelote lui fait perdre ses capacités adhésives : l'acarien perd son équilibre et chute au fond de la ruche. Par ailleurs, la poudre recouvre également un certain nombre d'organes sensoriels de *Varroa*, ce qui le perturbe et l'empêche de retrouver un hôte. Plusieurs poudres ont été testées (farine de blé, pollen, sucre glace) et présentent les mêmes résultats. Fakhimzadeh (2001) obtient une efficacité immédiate de 91% en laboratoire en saupoudrant 5 grammes de sucre glace directement sur les abeilles. Aucune particule de sucre n'est retrouvée dans les trachées respiratoires des abeilles, donc il n'y a aucun effet négatif sur les abeilles.

## 4. Les molécules présentes naturellement dans le miel

L'acide formique, l'acide oxalique, le thymol et de façon plus marginale, les acides lactiques et acétiques, sont utilisés pour lutter contre *Varroa*. Ces substances sont présentes de manière naturelle dans le miel (Stinson *et al.*, 1960).

### 4.1. L'acide oxalique

La teneur naturelle du miel en acide oxalique est très variable (3,3–761,4 mg.kg<sup>-1</sup>) et dépend de l'origine botanique du nectar (Rademacher et Harz, 2006). Le mode d'action acaricide de l'acide oxalique n'est pas connu, mais chez les mammifères il interfère avec la chaîne respiratoire mitochondriale et induit une toxicité rénale (Meimaridou *et al.*, 2006).

Contre *la varroase*, 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

## 4.2. L'acide formique

L'acide formique est la seule molécule actuellement reconnue pour son action sur *les Varroas* dans le couvain operculé (Calderon *et al.*, 2000). L'acide formique semble agir comme inhibiteur du complexe IV (ou cytochrome oxydase) de la chaîne respiratoire mitochondriale (Nicholls,1975 ; Petersen,1977) et avoir un effet neuro-excitateur (Song et Scharf,2008).

## 4.3. Le thymol

Le thymol est une molécule lipophile testée comme *Varroacide* administré en poudre en différentes quantités. Il agit par sublimation et impacte *les Varroas* phorétiques (Imdorf *et al.*, 1995 ; Emsen et Dodologlu, 2011). Un premier report de résistance du *Varroa* au thymol a été mentionné par Paoli et ces collaborateurs en 2015.

## 5. Plantes répulsives

Des apiculteurs biologiques allemands considèrent que la présence à proximité des ruches de certaines plantes à forte odeur explique que leurs ruches soient exemptes de *Varroa*. Les plantes en question seraient l'ail et la fougère-mâle (*Dryopteris filix-mas*), cette dernière étant reconnue pour ses propriétés acarifuges (Alexandre et Jean, 1995) .

## 6. Autres moyens de lutte

L'utilisation des champignons entomopathogènes offrent une perspective de lutte intéressante. En effet, une mycose entraîne la mort des parasites en trois à dix jours. Des isolats de plusieurs espèces, testés expérimentalement, ont présenté un effet pathogène chez *Varroa destructor* sans atteinte des abeilles ex : *Hirsutella thompsonii*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, (Kanga *et al.*, 2002 ; Hamiduzzaman *et al.*,2012)

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* diminuent le temps nécessaire pour atteindre un taux de 50% de mortalité dans une population de *Varroa*, Des essais en laboratoire suggèrent que le mécanisme pathogène fait intervenir à la fois des endotoxines et des exotoxines (Tsagou *et al.*, 2004).

**Chapitre VI :**  
**Présentation des espèces**  
**végétales**

## Chapitre VI : Présentation des espèces végétales

### 1. Les espèces végétales

#### 1.1. Oignon (*Allium cepa*)

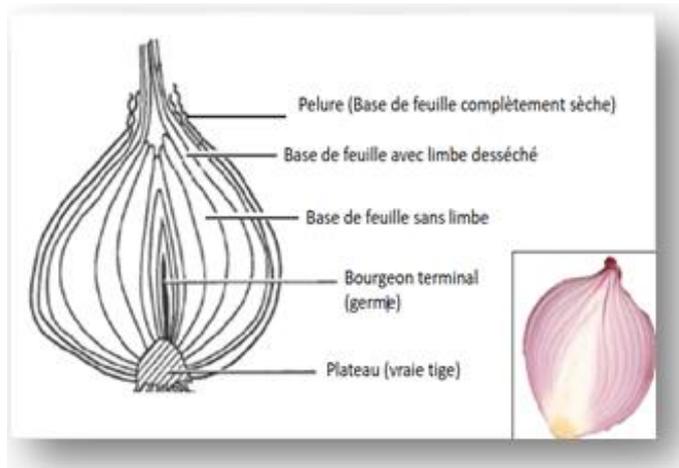
L'oignon (**figure 15**) est une plante herbacée de la famille des Alliacées, largement cultivée comme plante potagère pour ses bulbes de saveur et d'odeur forte et/ou pour ses feuilles.

C'est à la fois un légume et un condiment précieux, qui possède de multiples propriétés médicinales et insecticides (Saber, 2009). Cette plante, originaire de la région Sud-ouest de l'Asie Centrale, occupe le 2<sup>ème</sup> rang mondial des légumes les plus consommés après la tomate, avec une production mondiale de plus de 64 millions de tonnes (D'alessandro et Soumah, 2008). Le cycle végétatif de cette culture varie de 120 à 160 jours selon la variété (Silué *et al.*, 2003).

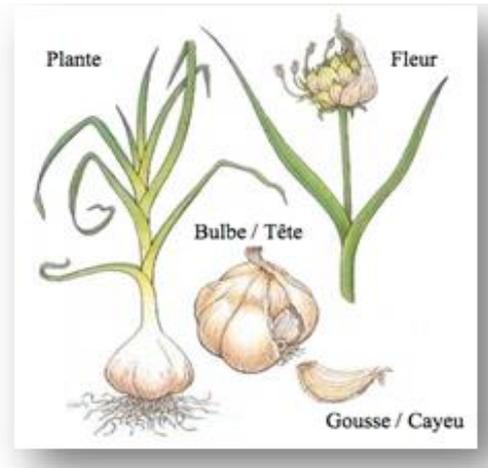
#### 1.2. Ail (*Allium sativum*)

De son nom scientifique *Allium sativum*, l'ail (**figure 16**) est une herbacée bulbeuse de la famille des Alliacées. Le fruit est pour sa part, fréquemment absent mais sa racine se compose de plusieurs bulbilles, plus communément connu sous le nom de gousses ou caïeux. Ces gousses sont recouvertes d'une enveloppe blanchâtre constituée par les bases des feuilles (Settimi, 2010).

Originaire de l'Asie centrale, ce bulbe est sans doute l'un des légumes les plus anciennement connu par l'homme. L'ail vient au second rang, après l'oignon, parmi les *Allium* cultivés (Messiaen et Rouamba, 2004), avec une production mondiale de 23 millions de tonnes (FAO, 2010).



**Figure 15** Plante d'oignon (Moreau, 1996)



**Figure 16**: Plante d'ail (Dethier, 2010)

## 2. Les extraits végétaux

Les Alliées sont des végétaux aux propriétés biologiques très variées. L'ail et l'oignon sont réputés pour leur effet positif sur la santé, notamment la prévention des maladies cardiovasculaires et de certains cancers digestifs. Les substances susceptibles d'être impliquées sont des *flavonols* chez l'oignon et des composés soufrés tels que DADS (*le disulfure de diallyle*) et l'*allicine* DATi (*thiosulfinate de diallyle*) chez l'ail. Ces molécules bénéfiques pour la santé sont aussi responsables du potentiel phytosanitaire des Alliées. Elles sont : insecticides, fongicides, acaricides, nématocides (Arnault *et al.*, 2005). De plus, l'emploi des extraits de plantes permet la réduction de l'emploi des pesticides chimiques et la pollution de l'environnement (Bonzi, 2007).

## 3. Les effets des Extraits d'Alliacées

### 3.1. Effets sur le comportement

Des effets anti-appétants ont été observés chez de nombreux insectes ravageurs (exemples : *Epilachna varivestis*, *Pieris brassica*...) des extraits d'ail perturbent la prise alimentaire du coléoptère *Epilachna varivestis* (coccinelle mexicaine du haricot). Le comportement de ponte chez deux lépidoptères, *Pieris brassica* la piéride du chou, et *P. napi* la piéride du navet, est inhibée par des extraits d'oignon. Des extraits d'ail réduisent significativement le taux de ponte des femelles de psylle du poirier, *Cocopsylla pyricola* (Arnault *et al.*, 2005).

### **3.2. Effets insecticides**

Divers ordres d'insectes sont sensibles aux effets insecticides des Alliacées. Ainsi les extraits d'ail se révèlent toxiques pour le puceron des céréales *Sitobion avenae*, le puceron bicolore des céréales *Rhopalosiphum padi*, le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*, la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella*, les larves de doryphore *Leptinotarsa decemlineata* et de piéride du chou *P. brassicae*, cinq espèces de moustiques des genres *Culex* et *Aedes*, les puces, la mouche domestique *Musca domestica* et le dermeste des grains *Trogoderma granarium*. Chez la mouche blanche des serres *Bemisia argentifolii*, les œufs, nymphes et adultes sont sensibles à la présence de divers extraits d'ail (Arnault *et al.* , 2005).

### **3.3. Effets nématocides**

En plus des travaux sur les insectes, quelques résultats ont été publiés sur les nématodes et les acariens. Toutes les études sur les activités nématocides des Alliacées ont eu pour cible le nématode *Meloidogyne incognita*. Isolés des extraits nématocides d'*Allium grayi* et d'*Allium fistulosum* (la ciboule ou l'oignon d'hiver), le DPDS (*disulfure de dipropyle*), DADS (*disulfure de diallyle*) et DPTi (*thiosulfinate de dipropyle*) se révèlent actifs.

### **3.4. Effets acaricides**

Très peu d'études ont été publiées sur le pouvoir acaricide des Alliacées et de leurs composés soufrés contre le *Varroa*.

Signalons un article publié récemment en 2020 concernant l'effet de l'ail et l'oignon sur l'acarien *Varroa destructor*. Les chercheurs Egyptiens Mazeed et El-Solimany (2020) ont évalué les effets de l'ail frais, de l'oignon, de leur mélange, de l'huile d'ail et de l'huile d'oignon contre l'acarien *Varroa* dans les colonies d'abeilles mellifères du gouvernorat de Sohag. Les données ont révélé que, tous les matériaux testés étaient efficaces par rapport au témoin. Le traitement à l'ail frais a conduit au pourcentage le plus élevé de *Varroa* tombé avec 94,29 % du total des *Varroa* présents dans la colonie d'abeilles, suivi le mélange d'ail et d'oignon (93,60 %), d'huile d'ail (91,55 %) et d'huile d'oignon (89,91 %). Cependant, le plus faible pourcentage a été enregistré dans le traitement des oignons frais avec 85,33 % du total des *Varroa* présentés dans la ruche.

# CONCLUSION

## Conclusion

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, mais elle est une victime d'un parasite létal contre lequel elle n'a pas de défense.

La varroase est désormais un problème d'ordre mondial c'est pourquoi la lutte contre ce fléau doit être prise au sérieux par les pouvoirs publics, par les apiculteurs et par les chercheurs.

La lutte contre *V. destructor* est l'un des défis les plus importants auxquels les apiculteurs doivent faire face à l'heure actuelle, ils s'appuyant principalement sur l'emploi de molécules acaricides.

La santé de l'abeille est devenue un véritable défi avec les affaiblissements et les pertes de colonies annuels, ce qui nous oblige de prendre ce phénomène au sérieux.

Notre hypothèse de départ était de tester les effets des extraits de l'ail et de l'oignon sur le parasite redoutable des abeilles *Varroa destructor* dans les ruchers de notre région. Malheureusement, cette étude n'a pas pu être réalisée pour les circonstances exceptionnelles mondiales de santé (le corona virus).

En perspectives, il serait intéressant d'accomplir cette étude fortement importante du point de vue parasitologique et écologique.

## Références bibliographiques

## Références bibliographique

- Adjlane N., Dainat B., Gauthier L & Dietemann V., 2015. Atypical viral and parasitic pattern in Algerian honey bee subspecies *Apis mellifera intermissa* and *A.m. sahariensis*. *Apidologie*, 45 : 1-11 p.
- Alexandre Hanley et Jean Duval., février 1995. agr.
- Anderson D.L & Trueman J.W.H., 2000. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroadae) is more than one species. *Exp. Appl Acarol.*, 24 (3):165-89p.
- Anderson D.L., 1988. Pathologist report. New Zealand Bee keeper, 199: 12 – 15p.
- Anderson DL and Trueman JWH., 1999. Are there different species of *Varroa jacobsoni*?in: Proc. XXXV1. *Apimondia Congr*, Canada.
- Anderson DL., 1994. Non-product of *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidol.*, (31): 281-92p.
- Anderson K., Sheehan T., Eckholm B., De Grandi-Hoffman G., 2011. An emerging paradigm of colony health: microbial balance of the honeybee and hive (*Apis mellifera*). *Insect Soc*, 58: 431-44p.
- Arnault I., André S., Diwo-Allain J., Auger et F., Janvier 2005. Vey Propriétés pesticides des alliacées, Biodésinfection des sols maraîchers au moyen d'oignon et poireau Phytoma • La Défense des Végétaux- N°578.
- Atmani - Merabet G., 2018. Huiles essentielles de trois espèces d'Eucalyptus d'Algérie : composition et activité acaricide (*Varroa destructor*), diplôme de Doctorat : en sciences. sous la direction de Belkhir Abdelmalik . Université Salah Boubnider , Constantine3, 45 – 47p .
- Baldensperger P., 1922. Sur l'piculture en orient. Proceeding of the Sixth International Congress of Apiculture, Marseille, France ,59-64p.
- Bautz R.A., & 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: 28-35p.
- Beocking O. & Spivak M., 1999. Behavioral defenses of honey bes against *.Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, 30: 141-158p.

- Bernard F., 2003. Les maladies de l'abeille domestique (*Apis mellifera*) et leurs conséquences sanitaires en France. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard, Lyon, 187 p.
- Biri M., 2010. Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Edition De Vecchi, Paris, 13-101p.
- Blackistone H., 2009. Beekeeping for dummies. Bee Culture Magazine, Wiley Publishing, inc, 336p.
- Boecking O. & Genersch E., 2008. Varroosis- the Ongoing Crisis in BeeKeeping. *J. Verbr. Lebensm*, 2: 221 – 228p.
- Bogdanov S., 2006. Contaminants of bee products. *Apidol*, 38(1) : 1-8p.
- Bonzi S., 2007. Efficacité des extraits de quatre plantes dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de sorgho (*Sorghum bicolor* (L)). Cas particulier *Colletotrichum graminicola*. Mémoire DEA : Phytopathologie. Burkina Faso, 39 p.
- Boot W.J, Schoenmaker J., Calis J. & Beetsma J., 1995. Invasion of *Varroa jacobsoni* into drone cells of honeybee *Apis mellifera*. *Apidol*, 26: 109-18p.
- Boucher C., Desjardins F., Giovenazzo P., 2011. Gestion optimale du rucher (2<sup>ème</sup> éd.). Québec : Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ).
- Boukhalfa T.,1991. Apport du couplage CPG/SM et CPG/TR. Technique des analyses des mélanges naturels complexe exemple de l'huile essentielle de romarin .U.S.T.B.H .Alger .126p.
- Bowen-Walker P.L., Martin S.J. & Gunn A., 1999. The transmission of Deformed Wing Virus between honeybees (*Apis mellifera* L.) by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni*. *J. Invertebr. Pathol*, 73: 101 – 106p.
- Breed M. D., Garry M.E., Pearce A.N., Bjostad L., Hibbard B., & Page R.E. , 1995. The role of wax comb in honey bee nest mate recognition .Genetic effects on comb cues by bees, and passage of cues among individuals. *Animal Behaviour*, 50:489-496p
- Buttel-Reepen H.V., 1906. Apistica Beitrage zur Systematik, der Honigbiene (*Apis mellifera* L), ihrer Variet Atenund der ilbrigen.Veroff. *Zool. Museum Berlin*, 117-201p.

Calderon R. A., Ortiz R. A., Arce H. G., Van Veen J. W & Quan J., 2000. Effectiveness of formic acid on Varroa mortality in capped brood cells of Africanized honeybees. *J.Apic.Res*, 39 :177–179p.

Calderone N.W & Kuenen L.P.S., 2001. Effects of western honeybee (Hymenoptera: apidae) colony cell type, and larval sex on host acquisition by female *Varroa destructor* (Acari: varroidae). *J. Econ. Entomol*, 94: 1022-30p.

Campbell N.A., 1995. Biologie – Adaptation et révision scientifique de Richard Mathieu. Edition DeBoeck Université, Bruxelles, Belgique , 598-634 ; 982- 999.

Caron D. M., 1999. Honey bee biology and beekeeping. Wicwas Press, LLC. Cheshire, CT. 355p.

Charrière J.D., Imdorf A., Bachofen Boris.,Tschan Anna.,1998. in The removal of capped drone brood: an effective means of reducing the infestation of Varroa in colonies, Swiss Bee Research Center, Dairy Research Station, Liebefeld, Bern .

Colin M.E., Garsia Fernandez P. & Ben Hamida T., 1999. Varroosis. Ciheam – Options Mediterraneennes, 25 Bee disease diagnosis: 121-142p.

D'alessandro S. & Soumah A., 2008. Evaluation sous régionale de la chaine des valeurs oignons/ échalotes en Afrique de l'ouest. Bethesda, MD : projet ATP, Abt Associates Inc. Accra, Ghana, 37 p.

Davies T. G. E., Field L. M., Usherwood P. N. R & Williamson M. S., 2007. DDT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. *IUBMB Life*, 59: 151–162.

De Guzman L. I., Rinderer T. E., & Stelzer J. A., 1997. DNA evidence of the origin of *Varroa jacobsoni* Oudemans in the Americas. *Biochem Genet*, 35(9-10), 327-335p.

Doi : 10.1023/a : 1021821821728

Dechaume-Moncharmont FX., 2003. Butinage collectif chez l'abeille *A. Mellifera*. L'étude théorique et expérimentale. Thèse de l'université. Université paris 6, France.

Décret 2012-845 du 30 juin 2012 relatif aux dispositions générales organisant la prévention, la surveillance et la lutte contre les dangers sanitaires de première et deuxième catégorie. JORF du 1er juillet 2012.

Deither B., 2010. Contribution à l'étude de la synthèse de l'alline de l'ail, mémoire de master : en chimie. Université de Liège, P238.

Delfinado-Baker M. & Houck M.A., 1989. Geographic in *Varroa jacobsoni* (Acari: varroidae): application of multivariate morphometric. *Apidol.*, (20): 354-58p.

Di prisco G., Pennacchio F., Caprio E., Boncristiani HF Jr., Evans JD. & Chen Y., 2011. *Varroa destructor* is an effective vector of Israeli acute paralysis virus in the honeybee, *Apis mellifera*. *J. Gen. Virol.*, 92 : 151-155p.

Dietemann V; Nazz F; Martin S J; Anderson D; Locke B., 2013. Standard methods for *Varroa* research. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) *The Coloss Beebook*, Volume II: standard methods for *Apis mellifera* pest and pathogen research. *J of Apic Res*, 52(1): 45-79p.

Doull K M., 1976. The effects of different humidities on the hatching of honeybee eggs. *Apidologie*, 7 : 61-66p.

Dudai Y., Buxbaum J., Corfas G. & Ofarim M., 1987. Formamidines interact with *Drosophila* octopamine receptors, alter the flies' behavior and reduce their learning ability. *J. Comp. Physiol. A Neuroethol. Sens. Neural. Behav. Physiol.*, 161:739–746p.

Eccles L., Kempers M., Mijares Gonzalez R., 2016. Pratiques de gestion optimales canadiennes pour la santé des abeilles mellifères. Table ronde sur la santé des abeilles.

Ellis J.D & Zettelnaen C. M., 2010. *Varroa* mite, *Varroa destructor*, Anderson and Trueman (Arachnida: Acari: Varroidae). *EENY- 763*, 5pp.

Emsen B & Dodologlu A., 2011. Efficacy of different organic compounds against bee mite (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) in honeybee (*Apis mellifera* L) colonies. *J. Anim Vet Adv*, 10: 802–805p.

Evans J.D., 2006. Beepath: An ordered quantitative-PCR array for exploring honeybee immunity and disease. *J. Invertebr. Pathol.*, 93 : 135-139p.

Evans J.D., Aronstein K., Chen YP., Hetru C., Imler J-L. & Jiong H., 2006. Immune pathways and defense mechanisms in honey bees *Apis mellifera*. *Insect Mol. Biol.*, 15 :645-656p.

Evans P.D & Gee J .D., 1980. Action of formamidine pesticides on octopamine receptors. *Nature*, 287:60–62p.

Fahrenholz L., Lamprecht I. & Schricker B., 1989. Thermal investigations of a honeybee colony: thermoregulation of the hive during summer and winter and heat production of members of different bee castes. *Journal of Comparative Physiology*. 159: 551–560.

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.

FAO., 2010 .FAO statistical yearbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Google scholar .

Faucon J.P., 2003 - La Varroatose. La santé de l'abeille, 194 : 15 – 19p.

Fernandez N., Coineau Y., 2002. Varroa, tueurs d'abeilles. Bien le connaître, pour mieux le combattre. Edition Atlantica, Biarritz, France, 237p

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

Frazier M., 2009. Objective 1.8: Determine sublethal effects of pesticides on bees exposed to pesticides and selected combinations of pesticides during larval development and the nurse bee stage. Managed Pollinator CAP: University of Georgia.

Fries I. & Camazine S., 2001. Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology. *Apidologie*, 32:199-214.

Fries I., 2005. Economic threshold for *Varroa jacobsoni* Oud. In the southeastern USA. *Microbial. Ecology*, 50: 369 – 374.

Fukuto T.R., 1990. Mechanism of action of organophosphorus and carbamate insecticides. *Environ. Health Perspect.* 87-245p.

Gaël C., 2013. Etude des effets létaux et sublétaux d'une intoxication au thymol sur le développement et l'immunité des larves d'*Apis mellifera* élevées in vitro. Thèse Doctorat ED SEVAB : pathologie, Génétique et Nutrition. Université Toulouse III Paul Sabatier (UT3 Paul Sabatier) ,186p.

- Gallai N., Salles J.M. & Vaissiere B.E., 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol Econom*, 68: 810-21p.
- Goodwin M. & Vaneaton C., 2001. Control of Varroa. A guide for New Zealand Beekeepers: 40-52p.
- Gregorc A. & Smodiš Škerl M., 2007. Combating Varroa destructor in honeybee colonies using flumethrin or fluvalinate. *Acta Vet Brno*, 76: 309-314p.
- 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: 237–243p.
- Hennebelle., 2010. L'abeille In Doc apiculture. [en ligne]. Disponible sur : [http://dhennebelle.perso.sfr.fr/docapi.htm#\\_Toc22802410](http://dhennebelle.perso.sfr.fr/docapi.htm#_Toc22802410). Consulté le : 04/09/2020
- Hepburn H.R. & Radloff S.E., 1998. Honeybee of Africa. Springer. Verlag. Berlin, 386p.
- Herrmann M., Kanbar G. & Engels W., 2005. Survival of honey bee (*Apis mellifera*) pupae after trypan blue staining of wounds caused by *Varroa destructor* mites or artificial perforation. *Apidologie*, 36:107-111p.
- Huang Z-Y., 1990. A simple in vivo estimation of hypopharyngeal gland activity in honeybees (*Apis mellifera* L., Apidae, Hymenoptera). *Journal of Apicultural Research*, 29:75-81p.
- Ifantidis M.D., 1988. Some aspects of the process of Varroa jacobsoni mite entrance into honey bee (*Apis mellifera*) brood cells. *Apidologie*, 19 (4) : 387 – 396p.
- Imdorf A., Bogdanov S., Kilchenmann V & Maquelin C., 1995. Apilife VAR: a new Varroacide with thymol as the main ingredient. *Bee World*, 76: 77–83.
- Kanga L.H.B., James R.R. & Boucias D.G., 2002. *Hirsutella thompsonii* and *Metarhiziumanisopliae* as potential microbial control agents of *Varroa destructor*, a honeybee parasite. *J. Invertebr. Pathol*, 81: 175-184.
- Kevan PG. & Clark EA., Thomas VG., 1990. Insect pollinators and sustainable agriculture. *Am J Alter Agric*, 5(1): 13-22.

Krupke C.H., Hunt G.J., Eitzer D., Andino G. & Given K., 2012. Multiple routes of pesticide exposure for honeybees living near agricultural fields. *Plos One*. 7(1).

Laidlaw H.H & Page R.E., 1997. Queen rearing and bee breeding. WicwasPress,Cheshire, CT: 224-78p.

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

Le conte Y., 2004. Mieux connaitre 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, 12-83p.

Lhomme M., 1990. *Varroa jacobsoni* (Oudemans 1904) : morphologie, biologie et étude spécifique du système respiratoire et du comportement. Thèse de Doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 85p.

Martin S., 1994. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni*Oud. In worker brood of the honeybee *Apis mellifera*L. Under natural conditions. *Exp. Appl. Acarol*, 18:87–100.

Martin S.J., 1997. Life and death of Varroa. Vairoa!fight the mite. International Bee Research Association, Cardiff, UK. 3-10p.

Mazeed A. & El-Solimany E., 2020. Garlic, *Allium sativum* L. and Onion, *Allium cepa* L. as a Potent Anti-mite *Varroa destructor*, Parasited on Honey Bee, *Apis mellifera* L. in Egypt. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 11: 25–28p.

Meimaridou E., Lobos E & Hothersall J.S., 2006. Renal oxidative vulnerability due to changes in mitochondrial-glutathione and energy homeostasis in a rat model of calcium oxalate urolithiasis. *Am. J. Physiol.-Ren. Physiol.* 291: 731–740.

Meimaridou E., Lobos E., Hothersall JS.,2006. Renal oxidative vulner-ability due to changes in metochondrial-glutathione and energy homeostasis in a rat model of calcium oxalate urolithiasis. *Am J physiol Renal physiol*,291 :731-740p.

Messiaen C.M., & Rouamba A., 2004. *Allium sativum*. In: Grubben, G.J.H & Denton,O.A. (Editeurs). Prota 2: Vegetables/Légumes. [CD-Rom]. Prota, Wageningen, Pays Bas, 9p.  
Michelsen A., 1993. The transfer of information in the dance language of honeybees: progress and problems. *Journal of Comparative Physiology A* 173.

- Milani N. & Della-vedova G., 2002. Decline in the proportion of mites resistant to Fluralinate in a population of *Varroa destructor* not treated with pyrethrinoids. *Apidologie*, 33: 417-422.
- Moreau, B. le bohec, J. guerber, B. Cahusac. Leteintrier, J (1996). L'ognion de gard, centre de technique interprofessionnel des fruits et legumes CTIFL.
- Moritz F., De Miranda J., Fries I., Le Conte Y., Newman P. & Paxton L., 2010. Research strategies to improve honeybee health in Europe. *Apidol*, 41: 227-42.
- Nicholls P., 1975. Formate as an inhibitor of cytochrome c oxidase. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 67:610–616.
- Nieh J.C., 2010. A negative feedback signal that is triggered by perilsurbs honeybee recruitment. *Current biology*, 2:310–5.
- Oldroyd B.P., 1999. Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni* a new parasite of western honey bees. *Trend Ecol Evol*, 14: 312-15.
- Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE). (Page consultée le 23 mars 2020). Maladies, infections et infestations de la Liste de l'OIE en vigueur en 2013 [en ligne]. Adresse URL : <http://www.oie.int/fr/santeanimale-dans-le-monde/maladies-de-la-liste-de-loie-2013/>
- Oudemans A.C., 1904. On a new genus and species of parasitic acari. *Notes Leyden Museum*, (24) : 216-222.
- Pernal, S. F., & Clay, H. (2015). Maladies et organismes nuisibles de l'abeille domestique (3ième ed.). Beaverlodge (Alberta): Association canadienne des professionnels de l'apiculture (CAPA).
- Petersen L.C., 1977. The effect of inhibitors on the oxygen kinetics of cytochrome c oxidase. *Biochim. Biophys. Acta BBA-Bioenerg*, 460 :299–307.
- Philippe J.M. 1994. Le guide de l'apiculteur / Jean M.philippe, (2 éd, Révisée) \_Aix-en-provence : ISBN 2-85744703-5 BCSION/Magasins SAR cote : BCV SAR 1507.
- Pietropaoli M., Mortarino M & Formato G., 2015. The nightmare before Christmas: first cases of thymol resistance in *Varroa destructor*. In 20–24p.

- Rademacher E & Harz M., 2006. Oxalic acid for the control of varroosis in honeybee colonies a review. *Apidologie*, 37:98–120p.
- Rader R., Howlett B.G., Cuninghame S.A. & Walker M.K., 2009. Alternative pollinator taxa are equally efficient but not as the honeybee in mass flowering crop. *J of Appl Ecolo*, 46: 1080-87p.
- Ravazzi G., 1996. Cours d'apiculture. Editions de Vecchi. 135p.
- Robaux P., 1986. Varroa et Varroatose. Editions Opida. 238pp.
- Rortais A., Arnold G., Halm M-P. & Touffet-Briens, F., 2005. Modes of honeybee's exposure to systemic insecticides: estimated amounts of contaminated pollen and nectar consumed by different categories of bees. *Apidologie*, 36 : 71–83p.
- Rouibi A., 2016. Efficacité de quelques acaricides sur le Varroa et effets secondaires chez *Apis mellifera intermissa* : Aspects toxicologique, physiologique et biochimique, Diplôme de doctorat : en biologie. Université Badji-Mokhtar, Annaba, P11.
- Ruttner F., 1988. Biogeography and taxonomy of honeybees. Springer Verlag, Berlin. 292P
- Ruttner, F., 1968. Intracial selection of race-Hybrid breeding of honeybees. *Am .Bee J.* 108 : 394-396.
- Settimi F., 2010. Filière Nutrition et Diététique. L'ail, une plante aux multiples vertus. Haute école de santé. Genève, Suisse 6p.
- Silué S., Fondio L., Coulibaly M.Y. & Magein H., 2003. Sélection de variétés d'oignon (*Alliumcepa* L.) adaptées au nord de la Côte d'Ivoire. *Tropicultura*, 21 (3): 129-134p.
- Song C & Scharf M.E., 2008. Formic acid: A neurologically active, hydrolyzed metabolite of insecticidal formate esters. *Pestic. Biochem. Physiol*, 92:77–82p.
- Stinson E.E., Subers M.H., Petty J & White J.W., 1960. The composition of honey. V. Separation and identification of the organic acids. *Arch. Biochem. Biophys*, 89 : 6–12p.
- Straub P., 2007. Faune et Flore. L'abeille sentinelle écologique in Science Direct Com.
- Tautz, J., 2008. The buzz about bees: Biology of a superorganism. Berlin: SpringerVerlag

Tentcheva D., Gauthier L., Jouve S., Canabady-Rochelle L., Dainat B., Cousserans F., Colin M.E., Ball B.V. & Bergoin M., 2004 . Polymerase chain reaction detection of deformed wing virus (DWV) in *Apis mellifera* and *Varroa destructor*. *Apidologie*, 35: 431 – 440p.

The Honey Bee Health Coalition., 2016. Tools for Varroa Management: A Guide to Effective *Varroa* Sampling & Control. [pdf].Disponible sur : [http://honeybeehealthcoalition.org/wpcontent/uploads/2016/03/HBHCGuide\\_Varroa\\_Interactive\\_18FEB2016](http://honeybeehealthcoalition.org/wpcontent/uploads/2016/03/HBHCGuide_Varroa_Interactive_18FEB2016). Consulté le : 27/03//2020.

Toma B., Alix A., Brown M., Carpentier P., Chabert-Ribiere M., Chauzat M. & Delorme R., 2009. Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles. *Rapport de l'Afssa, Maisons-Alfort, France*, 218 p.

Treilles M., 2002. Utilisation d'huiles minérales dans la lutte contre *Varroa destructor* (Anderson et Truman, 2000) parasite de l'abeille. Thèse de Doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 71p.

Visscher K., 1983. The honey bee way of seath : necrophoric behaviour in *Apis mellifera* colonies. *Animal behaviour*, 31: 1070-1076.

Wager B.R. & Breed M.D., 2000. Does honey Bee Sting alarm Pheromone Give Orientation Information to Defensive Bees? *Annals of the Entomological Society of America*, 93:1329–1332.

Wang S.Y & Wang G.K., 2003. Voltage-gated sodium channels as primary targets of diverse lipid-soluble neurotoxins. *Cell. Signal*, 15 –159p.

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, 190p

Wilfert L., Long G. & Leggett H.C., 2016. Deformed wing virus is a recent global epidemic in honeybees driven by *Varroa* mites. *Science*, 351(6273): 594-597p. doi:10.1126/science.aac9976

Winston M.L., (1993). La biologie de l'abeille. Traduit de l'anglais par G.

Winston M.L., 1987. The biology of the honeybee. Havard. *Univ. Press. Cambridge, Mass*, 294.

Yang X. & Cox-Foster D.L., 2005. Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: evidence for host immunosuppression and viral amplification. *Proc. Nat. Acad. Sc*, 102: 7470 – 7475.

Messiaen CM., Rouamba A., 2004. *Allium cepa* L. In PROTA (plant resources of tropical). Grubben GJH, Deton OA (Ed). Wageningen : Netherlands. Disponible sur : <http://www.prota4u.org/search.asp>. Consulté le : 04/09/2020.

Saber H., 2009. Culture d'oignon. [mémoire online] : Licence. Université Sidi Med Ben Abdellah Fès. Disponible sur : <https://www.memoireonline.com/12/12/6603/La-culture-doignon.html>. Consulté le : 04/09/2020.

Simoneau A., 2003. *Varroa destructor* chez les abeilles. Fédération des apiculteurs Québec.

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* (*Varroa jacobsoni*), in laboratory assays. *Biotechnol. Lett.* 26(6) : 529-532p.

Von Frisch K., 2011. Vie et mœurs des abeilles. Editions Albin Michel, Paris. 21-66p.