



Institut des Sciences  
Vétérinaires- Blida

Université Saad  
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

**ETUDE DE L'EFFET ACARICIDE D'HUILE ESSENTIELLE DE CITRON SUR  
LE PARASITE D'ABEILLE (*VARROA JACOBSONI*)**

Présenté par :

**M<sup>elles</sup> GUEJAL FATIHA et GHEMMAL MESSAOUDA**

**Devant le jury :**

**Président(e) :** (PROFFESSEUR)univ.blida

**Mr** BERBER.ALI

**Examineur :** (MCB) univ.blida

**Mr** LAFRI.ISMAIL

**Promoteur :** (DOCTEUR VETERINAIRE) univ.blida

**M<sup>me</sup>** MEKADEMI.KARIMA

**Année universitaire : 2016/2017**

## Liste des Abréviations

- % : Pourcentage.
- °C : Degré Celsius.
- **A**: Nombre des varroas morts après un mois.
- **A.R.L.A.S.C** : Agence de Réglementation de Lutte Antiparasitaire de la Santé Canadienne.
- **B**: Mortalité moyenne du varroa par jour.
- **C** : Population des varroas estimés.
- **Cpt** : Comptage.
- **F.A.O** : Feed Agriculture Organisation.
- **F.A.Q** : Fédération des Apiculteurs de Québec.
- **g**: gramme.
- **HE** : Huile essentielle.
- **J** : Jour.
- **Kg** : Kilogramme.
- **M/S** : Mètre par Seconde.
- **Mg** : Milligramme.
- **Min** : Minute.
- **MI** : Millimètre.
- **Mm** : Millimètre.
- **Nbr** : Nombre.
- **P** : Population des abeilles estimées
- **T°** : Température.
- **X** : La moyenne.
- **σ** : L'écart type.

## Résumé

---

### *Résumé*

Le présent travail porte sur l'application d'un traitement à base d'huile essentielle de citron (*Citrus limonum*) sur le *Varroa jacobsoni*, ennemi majeur de l'abeille tellienne (*Apis mellifera intermissa*). Ce travail peut favoriser le développement du secteur algérien des plantes aromatiques et offrir une alternative à la thérapie chimique pour les abeilles.

Les résultats avant traitement ont révélé des taux d'infestation dans le site expérimentale varie de 0.0067% à 10.64%, soit une moyenne de 5.32%. Ceci montre l'hétérogénéité des infestations dans les ruches selon la densité des abeilles. Ce qui constitue une difficulté dans le suivi de la dynamique de population de ce parasite.

Après traitement, l'effet acaricide l'huile essentielle de *Citrus limonum* est remarquée par un taux de mortalité meilleur par la dose D1 : 0.25% qui correspond à 32.56%. Le traitement chimique effectué par l'acide oxalique et l'apivar a donné des résultats meilleurs que ceux de plante utilisée.

#### **Mots clés :**

Apiculture, *Apis mellifera*, bio-Acaricide, *Citrus limonum*, Huile essentielle, *Varroa jacobsoni*.

## Abstract

This work concerns the application of a treatment based on lemon essential oil (citrus limonum) on the *varroa jacobsoni* which is regarded as one of the major enemies of the tellian bee *Apis mellifera intermissa*. To develop the Algerian aromatic plants and provide an alternative to chemicals.

The results before treatment revealed infestations rates in the experimental site varied from 0.0067% to 10.64%, an average of 5.32%. This shows the diversity of assignments in hives depending on the density of bees. What constitutes a difficulty in monitoring population dynamics of this parasite .

After treatment, the acaricidal effect of the treatments carried out by the oil of plant used is considered insignificant. the essential oil of citrus limonum is noted by a better mortality rate by the dose D1: 0.25% which corresponds to 32.56%.

Chemical treatment by oxalic acid and apivar gave better results than those of plant used.

### Keywords:

*Apis mellifera*, *Beekeeping*, bio-Acaricide, *citrus limonum*, *essential oil*, *Varroa jacobson*.

### المخلص

هذا البحث يتعلق بتطبيق علاج من أساس الزيوت الأساسية لنبات الليمون (*citrus limonum*) ، كمبيد ضد طفيل الفاروا (*Varroa jacobsoni*) الذي يعتبر من أخطر أعداء نحل العسل التلي *Apis mellifera intermissa*. هذا بهدف تطوير النباتات العطرية الجزائرية وتوفير بديل للمواد الكيميائية.

وكشفت النتائج قبل المعالجة نسبة الإصابة في الموقع التجريبي الذي يختلف من 0.0067% إلى 10.64%، أي بمعدل 5.32%، وهذا يوضح اختلاف نسبة العدوى في الحضنة حسب كثافة النحل. مما يجعل صعوبة في ديناميت رصد هذا طفيلي.

بعد العلاج، لوحظ تأثير زيت الليمون المستخدم ضد الفاروا بنسب وفيات أكبر من خلال جرعة (ج: 0.25% بنسبة وهو ما يعادل 32.56%)، حيث أن العلاج الكيميائي من قبل حمض الأكساليك و Apivar أعطت نتائج أفضل من تلك التي تستخدم النبات.

### كلمات البحث:

أبيس مليفيرا، تربية النحل، مبيد حيوي، زيوت أساسية، فاروا جاكوبسون.

## *Dédicaces*

*Ce résultat, fruit de plusieurs années d'études, d'effort pour lesquelles le mérite revient d'abord à ceux qui m'ont donné la vie et m'ont accompagné durant mon cursus.*

*Cet espace est très limité pour exprimer ma gratitude, et mes pensées très fortes pour eux, pour avoir été toujours présent dans ma vie tout en partageant les moments de joie et de peine.*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Aux êtres les plus chers, les plus proches de moi que moi-même : à mes parents.*

*A mon père qui était mon exemplaire et le reste pour toujours que Dieu te protège.*

*A la femme la plus merveilleuse au monde, tu as pris soin de moi, tu m'as comblé d'amour et de tendresse, depuis naissance et c'est grâce à toi que j'ai pu devenir ce je suis, je te remercie maman, je t'aime et que Dieu te garde pour moi.*

*A mes chères frères et sœurs : chouaib, malika, nadjet, mohammed, youcef, foued et aicha*

*A toute mes tantes, mes oncles et leurs enfants surtout ma tante malika*

*A ma binome FATIHA*

*A mes chères ami(e)s : messeaouda, khadidja, samia, touha et houda.*

*Une spéciale dédicace a cette personne qui compte énormément pour moi, et pour qui je porte beaucoup de tendresse et de respect, a toi LAKHDAR.*

*A tous ceux qui m'ont sollicité dans mon travail de près ou de loin.*

# LISTE DES FIGURES

---

## LA LISTE DES FIGURES

### PARTIE 01 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

#### CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR L'ABEILLE

<b>Figure 1</b> :Schéma d'une ouvrière .....	4
<b>Figure 02</b> : Les acteurs de la ruche.....	7
<b>Figure 03</b> : répartition du varroa dans le monde .....	24
<b>Figure 04</b> : Varroa destructor.....	25
<b>Figure 05</b> : morphologie d'un varroa male.....	27
<b>Figure 06</b> : Protonympe (à gauche), deutonympe (centre) et adulte (à droite) de la femelle du <i>Varroa destructor</i> .....	28

### PARTIE 02 : PARTIE 02 : PARTIE EXPERIMENTALE

#### CHAPITRE I: MATERIEL ET METHODES

<b>Figure 07</b> : Présentation de la colonie d' <i>Apis mellifera intermissa</i> .....	48
<b>Figure 08</b> : Abeilles infestées par le varroa.....	48
<b>Figure 09</b> : citrons jaunes.....	49
<b>Figure 10</b> : Disposition des ruches.....	49
<b>Figure 11</b> :Les écorces de citron.....	50
<b>Figure 12</b> : Matériel (Clévenger) d'hydro-distillation employé pour l'extraction de l'huile essentielle de citron.....	51
<b>Figure 13</b> : Disposition de lanières en papier buvard portant le traitement, sur les langes graissées.....	52
<b>Figure 14</b> : Disposition des 3 lanières d'Apivar dans la ruche.....	53
<b>Figure 15</b> : Pulvérisation du traitement.....	53
<b>Figure 16</b> : Méthode d'utilisation des langes.....	54
<b>Figure 17</b> : Estimation du nombre d'abeilles dans une colonie.....	55

## LISTE DES FIGURES

---

### CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

<b>Figure 18:</b> Histogramme représente le taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE de citron.....	58
<b>Figure 19 :</b> Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de citron à la concentration 0.5%.....	59
<b>Figure 20:</b> Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de citron à la concentration 0.25%.....	60
<b>Figure 21 :</b> Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de citron à la concentration 1%.....	60
<b>Figure 22 :</b> Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'acide oxalique (AO).....	61
<b>Figure 23 :</b> Evolution de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par Apivar (AP).....	62
<b>Figure 24:</b> Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches (lot témoin).....	62
<b>Figure 25 :</b> Comparaison entre le taux de mortalité des 06 lots.....	63
<b>Figure 26 :</b> Evaluation des taux de mortalité des ruches traitées avec l'huile essentielle de citron et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).....	64
<b>Figure 27:</b> Evolution de taux de mortalité des lots traités avec l'huile essentielle de citron et les produits chimique (Apivar et Acide oxalique).....	64
<b>Figure 28:</b> Analyse de la variance par le test GLM sur la mortalité de varroa après traitement par l'huile essentielle de citron durant un mois.....	65



# LISTE DES TABLEAUX

---

## La liste des tableaux

<b>Tableau n°1:</b> Importance de l'infestation de varroa selon le % dénombré par le décompte à l'alcool Source: Ritter (1983) cité par Robaux (1986).....	34
<b>Tableau n°2:</b> Principaux acaricides contre la varroase.....	35
<b>Tableau 03 :</b> Le protocole expérimental de traitement.....	53
<b>Tableau 04 :</b> Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE de citrus limon.....	56
<b>Tableau 05 :</b> Traitement à la concentration 0.25% (Lot n° 2/D1).....	(Annexe 2)
<b>Tableau 06:</b> Traitement à la concentration 0.5% (Lot n° 3/D2).....	(Annexe 2)
<b>Tableau 07 :</b> Traitement à la concentration 1% (Lot n° 4/D3).....	(Annexe 2)
<b>Tableau 8:</b> L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO).....	(Annexe 2)
<b>Tableau 09 :</b> L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Api var (lot n°6/AP).....	(Annexe 2)
<b>Tableau 10 :</b> Témoin (lot n°1/TM).....	(Annexe 2)
<b>Tableau 11 :</b> Comparaison entre les lots.....	(Annexe 2)
<b>Tableau 12 :</b> Le pouvoir acaricide après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle de citron.....	(Annexe 3)
<b>Tableau 13 :</b> Evaluation des taux de mortalité dans les lots traités avec l'huile essentielle de citron et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).....	(Annexe 3)

## LISTE DES TABLEAUX

---

# Remerciements

*Je* remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage et la patience pour pouvoir accomplir ce modeste travail.

*Je* tiens à remercier le Président du jury BERBER.ALI et l'Examineur LAFRI.ISMAIL, qui ont bien voulu nous honorer par leur évaluation de ce mémoire.

*J'*adresse mon vif remerciement, en tout premier pour leurs patiences et les précieux conseils pour m'avoir dirigée tout au long de ce travail, ma promotrice *Mme MEKADEMI .KARIMA*

*Aux* personnels de la station expérimentale du Département des Biotechnologies, Faculté Sciences Naturelles, Université Blida I, Précisément *Mr GHRIBI YOUCEF* responsable de l'apiculture.

*Enfin*, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail surtout le docteur vétérinaire *Mr HASSANI.AZZEDINE* .

# SAMMAIRE

---

## Sommaire :

Résumé

Dédicaces

Remerciement

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

## 1. PARTIE BEBLOGRAPHIQUE

Introduction.....1

### CHAPITRE I : Généralité sur l'abeilles

I.1.Définition.....3

I.2.-Systématique des abeilles.....3

I.3.Morphologie de l'abeille.....4

I.3.1.La tête .....4

I.3.2.Le thorax.....5

I.3.3.L'abdomen.....5

I.4.Anatomie et physiologie de l'abeille.....6

I.4.1.la reine (une seule).....6

I.4.2.l'ouvrière (quelques dizaines de milliers.....6

I.4.3.a.La colonie.....8

I.4.3.b.Cycle de la colonie.....8

I.4.4.Produits de la ruche.....9

I.4.4.1. Le miel.....9

I.4.4.2. Le pollen.....10

# SAMMAIRE

---

I.4.4.3. La gelée royale.....	10
I.4.4.4. La cire.....	11
I.4.4.5.le propolis.....	11
I.4.4.6. Le venin.....	11
<b>CHAPITRE II : Les principales maladies des abeilles</b>	
II .1. Les maladies des abeilles qui affectent le couvain.....	12
II .1.1. La loque Américaine.....	12
II .1.2. La loque Européenne.....	14
II .1.3.Le Couvin sacciforme .....	16
II .2.Maladies des abeilles adultes.....	17
II .2.1.Nosémose.....	17
II .2.2.la Maladie noir(CPV).....	19
II .3.3.L'acariose.....	21
<b>CHAPITRE III :Etude de la varrose</b>	
III .1.Généralité sur la varrose.....	23
III .1.1.Définition.....	23
III .1.2.L 'agent causal .....	24
III .1.3.L'Hôte réceptif.....	25
III .1.4. systématique du varroa.....	25
III .2.Morphologie et anatomie du varroa.....	26
III .2.1. Anatomie externe.....	26
III .2.1.1.varroa femelle.....	26
III .2.1.2.varroa male.....	27
III .2.1.3.les immatures.....	27

# SAMMAIRE

---

III .2.1.4.La larve.....	28
III .2.1.5.La protonympe.....	28
III .2.1.6.La deutonympe.....	28
III .2.2.ANATOMIE INTERNE.....	28
III .2.2.1.le tégument.....	28
III .2.2.2.Le système nerveux.....	29
III .2.2.3.Le système circulatoire.....	29
III .2.2.4.Le système respiratoire.....	29
III .2.2.5.Le système reproducteur.....	29
III .2.2.6.L'appareil digestif.....	30
III .2.2.7.Le système excréteur.....	31
III.3.La dynamique du varroa.....	31
III.3.1.cycle évolutif.....	31
III.3.2.La nutrition.....	32
III.4.Facteurs favorisant l'extension du varroa.....	33
<b>CHAPITRE IV : Moyens de lutte contre varroa</b>	
IV.1.Introduction.....	33
IV.1.1. Méthode de dépistage simplifié.....	34
IV.1.2. Test à l'acide formique.....	34
IV.1.3. Décompte sur les abeilles.....	34
IV.2. La lutte chimique.....	34
IV.2.1. Les produits.....	34
IV.1.2.Thermothérapie.....	35

## SAMMAIRE

---

<b>IV.3. Moyens de lutte biologique.....</b>	<b>35</b>
<b>IV.3.1.Application des acides organiques.....</b>	<b>35</b>
<b>IV.3.2. Acide formique.....</b>	<b>35</b>
<b>IV.3.3.Acide oxalique et acide lactique.....</b>	<b>36</b>
<b>IV.4. Plantes repulsif.....</b>	<b>36</b>
<b>IV.5. Fumigation à partir de plantes medicinales.....</b>	<b>36</b>
<b>CHAPITRE V : Présentation de l'espèce végétale citrus limon</b>	
<b>V.1.Historique.....</b>	<b>37</b>
<b>V.2.Situation actuelle des verger agrumicole en Algérie.....</b>	<b>37</b>
<b>V.3.Les differents variete de citrus.....</b>	<b>38</b>
<b>V.3.1.Le Bigaradier (Citrus Aurantium) .....</b>	<b>38</b>
<b>V.3.2.Le Bigaradier franc .....</b>	<b>38</b>
<b>V.3.3.Le Citronnier (Citrus limon) .....</b>	<b>38</b>
<b>V.3.4.Le Bergamotier (Citrus bergamia).....</b>	<b>39</b>
<b>V.3.5.Le Limettier (Citrus limetta).....</b>	<b>39</b>
<b>V.3.6.Le Cédratier (Citrus medica) .....</b>	<b>39</b>
<b>V.3 .7.Le Pamplemoussier (Citrus maxima) et le Pomelo (Citrus paradisi).....</b>	<b>39</b>
<b>V.3 .8.L'Oranger (Citrus sinensis).....</b>	<b>40</b>
<b>V.3 .9.Le mandarinier (Citrus reticulata).....</b>	<b>40</b>
<b>V.4.Classification systématique .....</b>	<b>40</b>
<b>V.5.Les huiles essentielles.....</b>	<b>41</b>

## SAMMAIRE

---

V.5.1.généralité.....	41
V.5.2. Procédés d'extraction.....	41
V.5.2.1. Historique.....	41
V.5.2.2.Définition.....	41
V.5.2.3.Principaux paramètres d'extraction.....	42
V.5.2.3.1.Extraction par expression à froid.....	42
V.5.2.3.1.a .Extraction de l' huile essentielle à partir de l'écorce.....	42
V.5.2.3.1.b.Extraction à partie des fruits entiers.....	43
V.5.2.3.2.L'extraction par le CO2 supercritique (CO2).....	43
V.5.2.3.3. Méthodes d'extraction à froid .....	43
V.5.2.3.4.Extraction par Détente Eclair (Flash–Détente) .....	44
V.5.3.Paramètres influençant la composition quantitative et qualitative des huiles essentielles.....	44
V.5.3.1.Facteurs intrinsèques.....	44
V.5.3.2.Facteurs extrinsèques.....	45
V.5.4.La toxicité des huiles essentielles.....	45
V.5.4.1.Composition chimique.....	46
V.5.5.L'utilisation des huiles essentielles.....	46

## 2-PARTIE EXPERIMENTALE

1. Objectif du travail.....	47
2. Présentation de la zone d'étude.....	47
2.1. Critères de choix du site.....	47



# SAMMAIRE

---

2.2. Présentation du site.....	47
2.3. Les conditions de travail.....	47
3. Matériel biologique.....	47
3.1. Matériel animal .....	47
3.1.1. Les abeilles (l'espèce hôte de l'acarien) .....	47
3.1.2. Le parasite .....	48
3.2. Matériel végétal.....	48
3.2.1 L'huile essentielle.....	48
4. Matériel non biologique.....	49
4.1. Matériels apicoles.....	49
4.2 Matériel de laboratoire .....	49
5. Méthode.....	49
5.1 Méthodes d'extraction .....	50
5.2. Détermination du rendement en huile essentielle.....	51
5.3. Préparation de la solution d'acide oxalique.....	51
5.4. Préparation des doses des huiles essentielles .....	52
5.5. Présentation des lots expérimentaux.....	53
5.6. Méthode d'estimation du nombre de varroa dans la colonie.....	54
5.7. Méthode d'estimation du nombre d'abeilles dans une colonie.....	54
5.8. Méthode d'estimation du taux d'infestation d'une colonie.....	55
1. Résultats.....	56
1.1. Evaluation du rendement des huiles essentielles.....	56
1.2. Test de toxicité des huiles essentielles de <i>Eucalyptus radiata</i> et <i>A. sativum</i> sur l'abeille <i>Apis mellifera</i> .....	56
1.3. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches et lots.....	56

# SAMMAIRE

---

1.3.1. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE de citrus limon .....	56
1.4.2 Estimation du taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE de citron.....	57
1.5. L'évaluation de la mortalité de varroas dans différentes ruches.....	58
1.5.1. L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'HE de citron .....	58
A. Traitement à la concentration 0.5% (Lot n° 3/D2).....	58
B. Traitement à la concentration 0.25% (Lot n° 2/D1).....	59
C. Traitement à la concentration 1% (Lot n° 4/D3).....	60
1.5.1* Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO).....	61
1.5.1* Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Api var (lot n°6/AP).....	61
1.5.1* Témoin (lot n°1/TM).....	62
1.5.1* Comparaison entre les lots .....	62
1.6. Le pouvoir acaricide des huiles essentielles après un mois d'exposition au traitement.....	63
1.6.1. Le pouvoir acaricide après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle de citron.....	63
1.6. Evaluation des taux de mortalité dans les lots traités avec l'huile essentielle de citron et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).....	64
1.7. Résultats de l'analyse statistique de la variance par le test GLM (General linear model) de l'effet des huiles essentielles sur la régulation des populations du varroa parasite de l'abeille domestique <i>Apis mellifera</i> .....	65
2. DISCUSSION .....	65
CONCLUSION.....	67
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	
ANNEXE	

# SAMMAIRE

---

# **INTRODUCTION**

# **CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'ABEILLE**

**CHAPITRE II: LES  
PRINCIPALES MALADIES DES  
ABEILLES**

# **CHAPITRE III:ETUDE DE LA VARROASE**

# **CHAPITRE IV : MOYENS DE LUTTE CONTRE VARROA**



**CHAPITRE V :PRESENTATION  
DE L'ESPECE VEGETALE  
CITRUS LIMONUM**

**PARTIE 02 :**  
**PARTIE EXPERIMENTALE**

**PARTIE 01 : PARTIE  
BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE I :**  
**MATERIELS ET METHODES**

# **CHAPITRE II : RESULTATS ET INTERPRETATION**

# **CHAPITRE III :DISCUSSION**

# **CONCLUSION GENERALE**

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**



# **ANNEXES**

# INTRODUCTION

---

## INTRODUCTION :

L'abeille domestique ou abeille à miel (*Apis Mellifera*) fait partie de notre patrimoine. Elle est apparue sur Terre il y a près de 100 millions d'années (**FAO, 2009**).

Les abeilles produisent des produits utilisés comme des produits phytothérapeutiques et intégrés dans la production des cosmétiques, leur rôle est aussi considérable dans l'assurance de la biodiversité végétale par la pollinisation de plus de 80% des espèces de plantes à fleurs (**Arcaro, 2010**). Ainsi dans le maintien de l'équilibre écologique. D'après **Jasse, 1994**, sans l'abeille, nous risquons de perdre la nature, la richesse de la faune et la flore, et l'être humain.

Elle nous alerte sur l'état de santé du milieu naturel, un peu comme un marqueur biologique. La gestion des matières premières renouvelables serait impossible sans l'abeille. et participe à la qualité d'un grand nombre d'espèces cultivées, sont dépendants l'un de l'autre. Sans l'abeille il n'y a pas d'agriculture durable.

L'efficacité pollinisatrice des abeilles est redoutable du fait de son organisation. On estime qu'une colonie peut visiter en une journée plusieurs millions de fleurs et que pratiquement les abeilles ne négligent aucune fleur.

Grâce à elles, nous pouvons consommer des aliments riches en vitamines et profiter des fleurs. Sans les abeilles, notre monde serait moins varié et moins coloré. Les abeilles contribuent de manière essentielle à notre qualité de vie.

Mais les abeilles ne vont pas très bien, les pertes sont considérables. Cet insecte précieux, subit des attaques parasitaire féroces qui nuisent à sa santé et son existence, ceci est devenue inquiétant depuis quelques années quand leur taux de mortalité a atteint 30 à 35%, taux anormalement élevé, et qui peut atteindre dans certains cas les 50% de pertes en périodes hivernales et 30% à 40% de pertes en période printanières(**Boucher, 2010**).

Une conjoncture de plusieurs facteurs semble expliquer ce problème, mais l'on pointe en première ligne les aléas climatiques (chute de température, neige, sécheresse) et la maladie parasitose engendrée par le varroa agent de la varroise.

Cette dernière causée par l'acarien *Varroa jacobsoni* qui est considéré actuellement, et à juste titre, par tous les apiculteurs, comme étant le parasite le plus

## INTRODUCTION

---

dangereux de l'abeille domestique *Apis mellifera*, il soumet l'abeille adulte et son couvain à des agressions physiques, à des perturbations du comportement, et aux effets de spoliation et de vecteur. Il cause alors des pertes énormes en réduisant la quantité de la production apicole.

La varroise 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, ainsi que la production qui n'atteint seulement que 40 000 à 50 000 tonnes (**Lekhal, 2011**) avec une consommation ne dépassant pas les 200 à 350 g par an par habitant (**Ouyahia, 2003 ; Boukhalfa et al, 1991**), qui font que ces résultats sont insuffisants pour couvrir les besoins nationaux.

Les chercheurs( **Drajnudel et al, 2007**), ( **el Hachem, 2000** et **Abed et al, 1993**) montrent que l'utilisation des acaricides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus s'adaptée pour lutter contre le varroa à cause de son efficacité et son application rapide et facile, cependant que 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 huiles essentielles des plantes aromatiques offre une solution valide car leur présence est normale dans l'ambiance de la ruche. (**Colin et al, 1990**), ont montré que de nombreuses huiles essentielles végétales ont un effet antiparasite, elles agissent sur le comportement et/ou le développement de certains arthropodes et parfois être mortelles. Donc 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 de l'huile essentielle de citronniere (*citrus limon*) sur le *Varroa jacobsoni parasite* d'*Apis mellifera intermissa* et, déterminer la dose la plus efficace pour neutraliser ce parasite afin de protéger l'abeille, qui est une des sources économique importante en Algérie.

# INTRODUCTION

---

### **I.1.Définition :**

L'évolution des abeilles est liée à l'apparition et à l'évolution des plantes à fleurs (angiospermes) qui produisent du nectar et du pollen. L'apparition de l'abeille est liée à l'apparition des plantes à fleurs.

Il existe près de 950 races d'abeilles, la seule vivant en colonie étant l'*Apis Melifera*. C'est celle que l'on connaît le mieux, puisqu'elle nous sert à récolter le miel., c'est l'abeille qui fait tout le travail. L'apiculteur accompagne ses colonies et récolte sa part de miel à la fin de la saison.

Les ruches telles que nous les connaissons ont une centaine d'année, mais les interactions entre l'abeille et l'homme sont bien plus éloignées. Les premières peintures rupestres témoignant d'une interaction homme/abeilles datent de 10 000 ans

-Une abeille pèse 1/10<sup>ème</sup> de grammes. 1 kg d'abeilles = 10 000 individus. Il y a dans une ruche, selon les saisons et la santé de la colonie, entre 30 000 et 60 000 individus. Ses antennes lui donnent une sensibilité 3000 fois supérieure à celle de l'homme.(Bruno Corbara, Découvertes Gallimard, 1991)

### **I.2.-Systématique des abeilles :**

(d'après Camp Belin, 1995 et le conte, 2004)

Règne: Animal

Sous /Règne Métazoaires,

Embranchement: Arthropodes.

Classe : Insectes.

Ordre: Hyménoptères

Sous / Ordre Aculéates,

Famille: Apidae.

Sous/Famille : Apinae.

Genre : *Apis*.

Espèce : *Apis Mellifera*

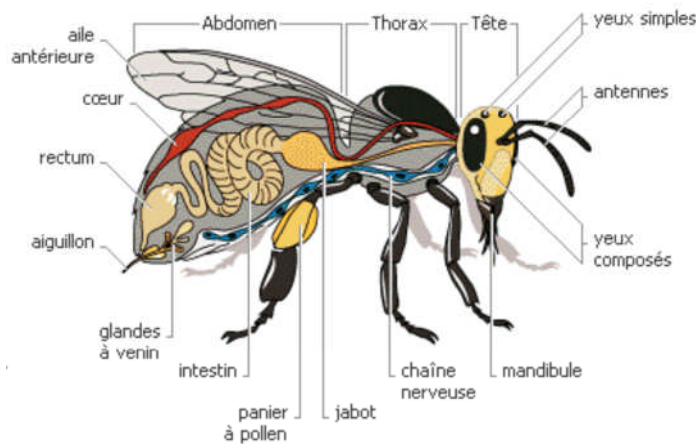
Le cheptel apicole algérien est constitué de deux races:

-*Apis mellifera* -*intermissa*, dite « abeille tellienne » ou « abeille noire du Tell »

-*Apis mellifera-sahariensis*, encore appelée « abeille saharienne » implantée au sud ouest de l'Algérie (Béchar., Ain Sefra), (abdelguerfi et ramadane, 2003)

### I.3.Morphologie de l'abeille :

Le corps de l'abeille est divisé en plusieurs segments (figure 1). On distingue facilement trois parties, caractéristiques de la classe de insectes, composant le corps de l'abeille : la tête, le thorax et l'abdomen.



**Figure 1** :Schéma d'une ouvrière (honey-bee-biology)

#### I.3.1.La tête :

La tête comporte les pièces buccales, les glandes associées et les pièces sensibles majeures: les yeux, les antennes et les poils sensitifs.

Les yeux et les mâchoires de l'ouvrière sont particulièrement développés.

Les pièces buccales comportent:

- une paire de mandibules
- un proboscis ou langue constitué de la maxille et du labium. Le proboscis étendu mesure entre 5,3 et 7,2 mm selon la race, ce qui détermine les fleurs que les abeilles peuvent butiner.

Les mandibules peuvent servir comme ciseaux, pinces, spatules, rabots. Elles servent à façonner la cire et à pétrir la propolis.

La longueur de la langue est aussi fonction de la caste: de très longue pour l'ouvrière, elle devient plus courte chez le faux-bourdon et encore plus courte pour la reine.

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'ABEILLE

---

Goetze a démontré que la longueur de la langue a une influence sur la récolte. Face à du trèfle rouge, des abeilles ayant une langue de 6,5 mm de long ont ramené 25 kg de pollen. Des abeilles ayant une langue de 6,35 mm n'ont presque rien ramené. (biri, 2010 ; le conte, 2004)

Les yeux composés sont:

- écartés chez l'ouvrière et la reine
- contigus chez le faux-bourdon

La tête ne comporte pas de système auditif extérieur, ce qui n'empêche pas l'abeille d'entendre.

Les antennes sont constituées d'un flagellum (divisé en 10 segments chez l'ouvrière et chez la reine et en 11 segments chez le faux-bourdon), d'un pédicelle et d'un scape.

Ses fonctions principales sont:

- l'ingestion et la digestion partielle de la nourriture
- la fonction sensitive: la vue, l'odorat, l'ouïe

### **I.3.2.Le thorax :**

Le thorax est divisé en 3 segments, dont le 1<sup>er</sup> s'appelle le propendium.

Chaque segment porte une paire de pattes. Les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> segments portent chacun une paire d'ailes.

La fonction principale du thorax est donc locomotrice. En effet, c'est là que se trouvent les principaux muscles du vol et de la marche. Le thorax s'occupe également de fonctions plus spécialisées comme la collecte du pollen. (biri, 2010 ; le conte, 2004)

### **I.3.3.L'abdomen :**

L'abdomen comporte 7 segments visibles et contient les organes internes ainsi que le dard. Deux segments supplémentaires peuvent être trouvés (avec l'aiguillon ou les organes reproducteurs) mais ils sont très petits.

Chaque segment comporte une plaque dorsale et une plaque ventrale reliées par des membranes. Ceci permet l'expansion de l'abdomen quand l'abeille est gorgée de miel, de nectar ou d'eau.

Dans l'abdomen, on retrouve:

- la plupart des organes
- quelques glandes
- l'aiguillon à l'extrémité

### **I.4. Anatomie et physiologie de l'abeille :**

L'abeille domestique possède une biologie bien particulière, due à son comportement social et sa co-évolution avec les plantes à fleurs. Il existe des différences marquées entre les trois castes d'abeilles :

#### **I.4.1. la reine (une seule) :**

Ses principales fonctions sont la ponte des œufs et la régulation des activités de la colonie par sécrétion de phéromones produites par les glandes mandibulaires (stimulation de la production de cire, inhibition de la construction d'alvéoles royales, inhibition du développement ovarien des ouvrières).

Elle est facilement reconnaissable par son abdomen et son thorax plus développés que ceux des ouvrières.

Elle mesure en moyenne 16 mm de long et son thorax atteint 4,5 mm de diamètre (Biri, 2010). elle pèse entre 178 et 298 mg (Wendling, 2012).

3 à 6 jours après la naissance, par beau temps, la reine part en vol nuptial. Elle trouve un nuage de fécondation (sorte de RDV de tous les mâles environnants), puis est fécondée par 10 à 12 mâles, ce qui lui permet de remplir sa spermathèque. Elle rentre ensuite à la ruche. Le sperme mature 3 ou quatre jours, puis la ponte commence. En pleine saison, la ponte peut aller jusqu'à 2000 œufs/jours.

La reine est nourrie exclusivement à la gelée royale. Sa durée de vie est de 5 ans.

#### **I.4.2. l'ouvrière (quelques dizaines de milliers) :**

Le rôle d'une ouvrière est défini selon son âge.

- Nettoyeuse 1 à 2 Jours



- Nourrice 3 à 5 Jours
- Cirière/Bâtisseuse 6 à 12 Jours
- Magasinière (transport) 13 à 16 Jours
- Ventileuse/Gardiennne 17 à 21 Jours
- Butineuse Durant 21 jours
- Exploratrice Jusqu'à sa mort

Une ouvrière passera donc 21 jours à naître, puis 21 jours dans la ruche, et enfin 21 jours hors de la ruche. En hiver, sa durée de vie est plus longue, de 4 à 5 mois.

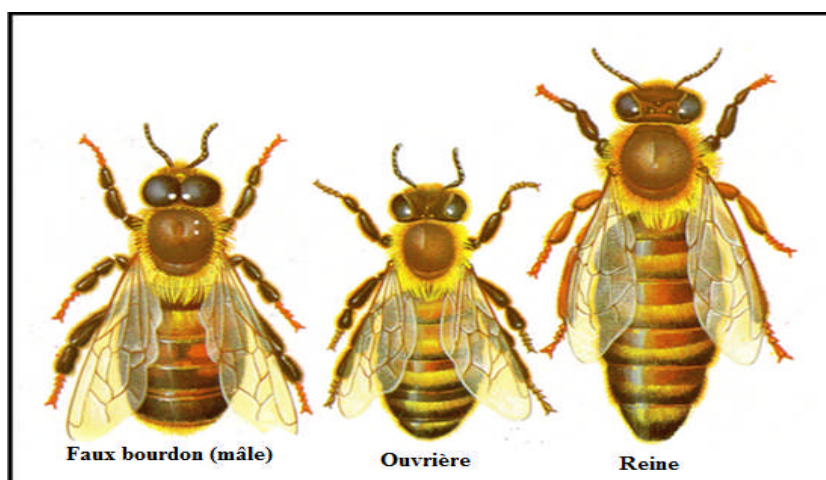
### I.4.3.le mâle (quelques centaines) :

Ils se caractérisent par un corps massif (diamètre thorax de 5,5 mm) et peuvent atteindre

12 à 14 mm de long .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. En revanche, leurs yeux composés sont nettement plus développés.Sont inexistantes au printemps. Servent principalement à la fécondation, et à réguler la température de la ruche. A la fin de l'été, ils sont tués par la colonie. Leur durée de vie est de 3 à 4 mois.

L'appareil buccal est adapté à l'ingestion de liquides, tels que le nectar ou le miellat. Les pattes de l'abeille sont dotées d'une « corbeille » à pollen. Les poils répartis sur



**Figure 02 :** Les acteurs de la ruche (Joligart, 1996)

### **I.4.3.a.La colonie :**

Une colonie consommera 40 kilos de miel en une année. **Le pollen** est la source de protéine de la ruche. Généralement utilisé pour le couvain, plus il entre, plus le couvain est vaste. **Le nectar** (et le miellat de pucerons) est un produit énergétique composé à 80% d'eau. Il est séché et travaillé, puis operculé lorsqu'il atteint environ 20% d'eau. **La propolis** est utilisée pour colmater et assainir la ruche. La ruche consomme environ 60 litres d'eau par an. La colonie aime l'eau chargée en sels minéraux.

La colonie à une zone de butinage qui s'étend à 3 km de la ruche, ce qui correspond à 2700 Ha. Pour produire du miel bio (AB), cette surface doit « être indemne de culture intensive » (*cahier des charges*). La colonie à un souvenir précis de la place de la ruche. Pour la déplacer, il faut soit parcourir plus de 3 km, soit effectuer un « formatage » de la ruche, en la maintenant deux nuit fermée dans un endroit frais (cave).

### **I.4.3.b.Cycle de la colonie :**

On appelle ainsi les principales étapes qui déterminent le développement de la colonie (récoltes et ponte de la reine). Ce cycle dépend intimement des saisons, de l'environnement floral et agricole. La base de l'alimentation de la colonie étant le pollen et le nectar, il est donc principalement lié à la quantité et la qualité de la flore mellifère. On comprend là l'importance de la gestion florale et de l'usage des pesticides en agriculture (herbicides pour les fleurs, insecticides pour les abeilles).

Ce cycle est « parallèle » à l'activité reproductrice de la reine et à la présence de couvain. Selon la saison, on distingue les abeilles (ouvrières) d'été et les abeilles (ouvrières) d'hiver. Les premières naissent au printemps et en été, participent au développement de la colonie et à la préparation au passage de l'hiver (récolte et stockage des réserves). Leur espérance de vie est de 5 à 6 semaines en moyenne. Les secondes naissent en fin d'été, à l'automne ou en début d'hiver et permettent la survie de la colonie. Leur espérance de vie peut être de six mois. Selon les souches d'abeilles, la géographie, le climat, les cycles seront différents.

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'ABEILLE

---

Après l'hivernage, en janvier, la colonie commence à se développer avec la reprise de la ponte,

- La colonie se développe vers son pic de population d'ouvrières (abeilles d'été) au mois de juin. La reine peut alors pondre jusqu'à 2000 œufs par jour.
- Fin juillet, début août, la population commence à décroître en même temps que la floraison,
- Fin août, début septembre, on constate une reprise de ponte liée par exemple à la floraison du lierre qui va permettre la mise en route du couvain d'abeilles d'hiver.

La population de la colonie d'abeille est donc caractérisée au printemps par une explosion démographique. A l'automne, la population a régressé et la naissance d'abeilles d'hiver, « de qualité » ayant des particularités physiologiques (corps gras, zones de réserve, bien constitués) permettront à la colonie de passer l'hiver.

### **I.4.4. Produits de la ruche :**

#### **I.4.4.1. Le miel :**

Le miel est la substance sucrée naturelle produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir de nectars floraux et de miellat.

Les butineuses remplissent leur jabot de substances sucrées et les ramènent à la ruche. De jeunes abeilles les prennent en charge et y ajoutent des matières spécifiques (enzymes, etc.). Le miel sera ensuite placé dans les cellules. Les abeilles ventileuses vont le ventiler pour en chasser l'excédent d'humidité. Du nectar contenant jusqu'à 80% d'eau au miel qui n'en contient que 18 à 20 %, les abeilles évacuent peu à peu l'eau que le nectar contient. Dès qu'il est suffisamment concentré, les cellules sont refermées par un opercule de cire ce qui la rend imperméable à toute humidité.

Le miel est consommé pendant le repos hivernal et apporte les glucides nécessaires à la survie

des abeilles. Il n'existe pas deux miels parfaitement identiques. D'une ruche à l'autre, la récolte varie car les fleurs butinées sont différentes, la saison change (miel de printemps ou miel d'été) et le climat change. Chaque fleur butinée laisse dans le miel sa carte d'identité: au travers des sucres de son nectar et de ses micro-éléments (pigments qui donnent au miel sa couleur et ses arômes,...).

En règle générale, la dernière récolte se réalise à la fin de l'été pour laisser la colonie compléter ses réserves afin l'entrée en hivernage.

La composition du miel lui permet théoriquement d'avoir des propriétés intéressantes, Notamment pour une utilisation en médecine humaine : antibactérienne (effet osmotique du sucre, pH acide du miel, libération de peroxyde d'hydrogène), anti-inflammatoire (effet osmotique, antioxydant), stimulante de la cicatrisation (effet osmotique, effet hygrosopique), débridant (relative humidité) et adoucissante (très peu cytotoxique : faible libération de peroxyde d'hydrogène). (BRUNEAU, 2004)

### **I.4.4.2. Le pollen :**

riche en protéines, il sert de nourriture aux larves. Plus les abeilles auront accès à une gamme de fleurs variée, plus le pollen sera riche et plus la ruche se développera rapidement.

Le pollen est aussi un élément essentiel à la reproduction des plantes. Le pollen contient la semence mâle qui doit entrer en contact avec un ovule d'une fleur située sur une autre plante pour qu'il y ait fécondation. (BRUNEAU, 2004)

### **I.4.4.3. La gelée royale :**

La gelée royale est la substance la plus élaborée de la ruche et la clé du développement de la colonie. Contrairement à ce que beaucoup pensent, la gelée royale n'est pas un miel amélioré. Sa fabrication par les abeilles n'a d'ailleurs rien à voir avec celle du miel puisqu'elle est produite directement par des glandes spéciales présentes chez les abeilles nourrices. Bien entendu, pour pouvoir produire de la gelée royale en quantité, les abeilles doivent être bien nourries, et donc consommer du miel en qualité et en quantité. C'est la nourriture exclusive:

\_de toutes les larves de la colonie, pendant les 3 premiers jours

\_des larves royales, pendant les 5 premiers jours

\_de la reine dès qu'elle quitte la cellule royale

Elle est secrétée par des jeunes abeilles nourrices.

La gelée royale permet à la larve royale de voir son poids initial multiplié par 2000 en 5 jours et à la reine de pondre jusqu'à 2000 oeufs par jour. De blanc nacré à blanc jaunâtre, elle a une odeur caractéristique et un goût légèrement acide.

#### **I.4.4.4. La cire :**

La cire est produite par l'abeille ouvrière âgée d'environ 12 jours. Ce n'est pas une substance que l'abeille récolte dans la nature. ce sont les glandes cirières des abeilles qui produisent la cire. Elle est émise sous forme de petites écailles, auxquelles l'abeille ajoute de la salive avant de malaxer le tout avec ses mandibules. La cire est un mélange complexe de composés organiques dans lequel plus de 300 constituants chimiques ont été identifiés. La cire est utilisée en bougie, dans des produits de protection des surfaces (meubles, maisons, chaussures) ou en cosmétique.

#### **I.4.4.5.le propolis :**

La propolis est une substance résineuse qui sert à calfeutrer et consolider la ruche. Elle sert donc à protéger la ruche et les abeilles des agressions extérieures. ses vertus antiseptiques sont utilisées depuis très longtemps par l'homme pour se soigner. Elle est collectée dans la ruche en grattant la périphérie de certains cadres où les abeilles la stockent. Utilisée propolis brute, en gomme à mâcher ou en sirop, elle soigne notamment les maux de gorge. (bruneau, 2004)

#### **I.4.4.6. Le venin :**

beaucoup moins connu que les autres produits de la ruche, le venin est étudié par les chercheurs en médecine pour son action remarquée sur les rhumatismes. Le venin des abeilles est aussi utilisé par l'industrie chimique.

Seuls les individus femelles sont pourvus d'un appareil vulnérant et synthétisent donc du venin. Une poche spécifique leur permet de stocker jusqu'à 150 µg pour une ouvrière mature et jusqu'à 700 µg pour une reine. C'est un liquide incolore, à forte odeur amère, qui rend les abeilles agressives.

Le mode de vie d'*Apis mellifera* définit un supra-organisme qu'est la colonie.

## CHAPITRE II : LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

---

### CHAPITRE II: LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

Il faut très vite savoir déceler la présence de maladies dans le rucher. Une maladie atteignant les abeilles peut être très contagieuse et nuire à toute la colonie. L'apiculteur doit être vigilant, car il y a trois catégories de maladies :

- celles atteignant le couvain : Loque américaine, loque européenne
- celles touchant les abeilles adultes : Nosébose, Acariose, Maladie noire.
- Et Les maladies du couvain et de l'abeille : Varroase.

#### **II .I. Les maladies des abeilles qui affectent le couvain :**

##### **II .I.1. LA LOQUE AMERICAINE :**

La loque américaine est essentiellement une maladie bactérienne qui affecte le couvain operculé d'une colonie. L'agent causal, *Paenibacillus larvae*, s'attaque aux jeunes larves et provoque leur mort au stade du couvain operculé. Cette bactérie peut se trouver dans l'environnement de la ruche infectée sous une forme dite sporulante qui est très résistante; en effet, elle peut y survivre plusieurs décennies (40 ans et plus). La condition est très contagieuse et conduit inévitablement à la mort du couvain et ultimement de la colonie si aucune intervention n'est réalisée à temps. Les abeilles adultes ne sont pas atteintes mais disséminent rapidement la bactérie au cours des activités de nettoyage du couvain touché par la maladie. De même, les colonies affaiblies par la maladie seront victimes de pillage et représentent donc une source de contagion pour les ruches et les ruchers avoisinants. (INMV, 2003)

##### **II .I.1.2.Etiologie:**

Les agents de la contamination sont presque exclusivement des spores qui résistent aux agents chimiques et physiques et peuvent survivre plusieurs années dans des conditions normales.

La bactérie est Gram+, les spores ne sont pathogènes que pour le couvain. (INMV, 2003)

##### **II .I.1.3.Mode de transmission :**

- **Au niveau de la ruche :**

- Les ouvrières qui nettoient les cellules contenant des larves mortes, transportent les spores dans toute la ruche.

- **Au niveau du rucher et de tout le voisinage :**

- Miel infecté.
- Pillage des colonies affaiblies par la maladie ;
- Certains parasites et prédateurs ;

## CHAPITRE II : LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

---

- L'introduction de nouvelles colonies sans garantie de l'état sanitaire de celle-ci.

### II .I.1.4.Symptômes :

Les principaux signes observables de la maladie sont les suivants :

- L'opercule des alvéoles touchées par la maladie est affaissé (concave) et perforé à l'intérieur, la larve morte est en décomposition.
- Les cadres de couvain operculé revêtent une apparence de mosaïque : la disposition du couvain est irrégulière et les alvéoles frappées par la maladie sont entourées d'alvéoles vides ou de larves plus jeunes et saines .
- Le couvain dégage une mauvaise odeur(ammoniacale).
- La colonie s'affaiblit.

### II .I.1.5.Diagnostic :

Il est important de réaliser un diagnostic précoce lors de l'inspection des cadres, afin de prévenir par des mesures adéquates le développement de l'affection au niveau du rucher et de la région.

- Au moment de l'inspection des colonies affectées, on procède au test du « cure-dents » afin de détecter un des signes caractéristiques de la maladie. Il s'agit d'insérer dans l'alvéole suspecte la pointe d'un cure-dent, d'une allumette ou d'une brindille. Dès qu'on la retire, on remarque qu'une masse brunâtre, gluante et élastique (à savoir la larve morte) y adhère et s'étire sur plus d'un centimètre sans casser.
- Le diagnostic final est rendu à la suite de la soumission d'échantillons, pour analyse, à un laboratoire basée sur la recherche des formes sporulées dans la masse visqueuse et les écailles et éventuellement de la forme végétative.

### II .I.1.6.Traitement :

Les traitements basés sur l'utilisation d'antibiotiques et des sulfamides ne font que masquer les signes cliniques de la maladie et ne peuvent l'enrayer car ils n'ont aucun effet sur la forme sporulante de la bactérie. La maladie peut donc sévir de nouveau lorsque le traitement prend fin. En outre, *Paenibacillus larvae* a la capacité de développer une résistance à l'antibiotique utilisé au cours d'un traitement. Pour ces raisons, il importe d'abord de favoriser la mise en œuvre de plusieurs mesures, autres que médicamenteuses, afin de contenir efficacement la loque américaine. Compte tenu du caractère très contagieux et fatal de la condition, il ne faut pas hésiter à envisager et à engager des actions draconiennes pour l'enrayer rapidement. (INMV, 2003)

Selon le degré d'infection de la colonie ou la prévalence de la condition dans un rucher, l'une ou plusieurs des mesures suivantes devront être appliquées :

## CHAPITRE II : LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

---

- Retrait et destruction par le feu des cadres de couvain touchés.
- Destruction complète des colonies par le feu.
- Transvasement des abeilles combiné ou non avec un traitement antibiotique sur ordonnance vétérinaire.

### II .I.1.7.Prophylaxie :

Afin de prévenir l'apparition et le développement de la maladie dans un rucher ou dans une exploitation apicole, ou pour en limiter la propagation dans le rucher atteint, il faut respecter des règles minimales de biosécurité, par exemple :

- Éviter l'achat de matériel usagé. Celui-ci est une cause fréquente de l'apparition de la maladie dans une exploitation apicole. Il y a lieu de désinfecter le matériel usagé avant de l'utiliser. L'achat de cadres bâtis est déconseillé, à moins qu'ils n'aient été désinfectés par irradiation.
- Inspecter régulièrement les cadres à couvain dans les ruches, conformément aux recommandations, afin de déceler de manière précoce tout début d'infection.
- Ne pas introduire dans une colonie des cadres de couvain, de pollen ou de miel à moins d'avoir la garantie qu'ils proviennent de colonies saines.
- Renouveler les cadres de la hausse à couvain sur une période de 3 à 5 ans (changer 2-3 cadres chaque année).
- Prévenir le pillage des ruches. Le maintien de colonies fortes et un bon nourrissage des abeilles durant les périodes de disette sont des moyens efficaces à ce chapitre. (INMV, 2003)

### II .I.2. LA LOQUE EUROPEENNE :

#### II .I.2. 1.Définition :

La loque européenne est une *maladie grave* de l'abeille en général et du couvain en particulier. Elle est moins grave que la loque américaine, même si elle compromet plus ou moins fortement la récolte.

Elle affecte les larves des 3 castes et sévit dans tous les pays à climat tempéré, toujours au printemps, favorisée par une carence de certaines protéines (apportées par le pollen) .C'est une maladie à déclaration obligatoire. (INMV, 2003)

#### II .I.2.2.Etiologie :

L'agent causal de la maladie est la bactérie *Melissococcus pluton* autrefois appelé *Streptococcus pluton* ou même *Bacillus pluton*.



## CHAPITRE II : LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

---

La bactérie vivante mesure environ 1  $\mu$  de diamètre, et se trouve souvent groupée en 2 éléments ou une petite chaînette. C'est une bactérie Gram+.

La bactérie survit:

- \_environ 1 an à la dessiccation
- \_20 h à l'exposition directe au soleil
- \_25 jours à la putréfaction à température ambiante

Elle est détruite

\_lentement par les antiseptiques

Pour se contaminer, la larve d'abeille de moins de 2 jours ingère de la nourriture souillée par la bactérie. La larve meurt souvent avant même l'operculation.

### II .I.2. 3.Mode de contamination :

#### \_A l'intérieur de la ruche :

Les abeilles ôtent les larves mortes contaminées et disséminent ainsi la maladie dans toute la ruche.

Certains parasites, comme les larves de fausse teigne, peuvent contribuer à la contamination.

#### \_Venant de l'extérieur de la ruche :

Il existe différentes sources possibles de contamination:

- par le pillage
- par la dérive, les erreurs de vol
- par des faux-bourdons provenant d'une autre ruche
- par certains parasites: fausse teigne, guêpe
- par du matériel apicole contaminé, non désinfecté
- par du miel contaminé, utilisé pour un nourrissage.

### II .I.2.4.Symptômes :

Les symptômes varient légèrement en fonction de la bactérie dominante, Les larves qui étaient blanc brillant deviennent jaunâtre puis brunâtres et se dessèchent pour devenir une écaille facilement détachable qui sera facilement évacuées par les abeilles. Une odeur de putréfaction (de vinaigre acide) se dégage alors de la ruche. (INMV, 2003)

### II .I.2.5.Diagnostic :

## CHAPITRE II : LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

---

Seul le laboratoire peut confirmer la suspicion. L'échantillon doit être effectué en respectant les techniques de prélèvement.

### II .I.2. 6.Prophylaxie :

- bonne hygiène au rucher
- réserves alimentaires en suffisance
- surveillance régulière
- éviter les sources de contamination: miel, pollen, cadres, cire d'origine inconnue

### II .I.2.7.Traitement :

Si l'atteinte est forte, le traitement sera le même que pour la loque Américaine. On pourra cependant se passer du transvasement. (INMV, 2003)

### II .I.3.LE COUVIN SACCIFORME :

#### II .I.3.1.Définition :

La pathologie due au virus SBV est une entité clinique particulière : c'est une maladie du couvain qui entraîne la mort de la larve atteinte. Le virus peut se développer chez l'adulte et n'a pas de tropisme pour le tissu nerveux. C'est une pathologie qui apparaît très rarement seule et qui nécessite des facteurs favorisants. C'est un virus très contagieux, mais très fragile dans le milieu extérieur.

#### II .I.3.2.Etiologie:

L'agent causal, le SBV, n'a été identifié qu'en 1964. C'est un picornavirus-like, comme la plupart des virus de l'abeille et des insectes. Il a une taille de 28nm de diamètre.

#### II .I.3.3.Mode de transmission :

Des études sur *Varroa* ont montré qu'il pouvait être porteur du virus SBV, et donc fort probablement vecteur de ce virus.

La maladie apparaît souvent au printemps sous l'influence de divers facteurs favorisants :

- Carences en protéines,
- Autres maladies : Loque européenne ; *Varroa*, par l'affaiblissement des colonies qu'il entraîne et son action vectrice de virus par ses piqûres contribue à l'apparition de la maladie ...
- Mauvaises conditions climatiques,
- Prédispositions génétiques : certaines souches seraient plus prédisposées à développer l'infection virale à SBV. (INMV, 2003)

#### II .I.3.4.Symptômes :

## CHAPITRE II : LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

---

Au niveau des cadres, le couvain apparaît en mosaïque, avec une mortalité larvaire.

La maladie survient au tout début de la nymphose. Les larves atteintes ne peuvent pas se transformer pas en nymphes juste après l'operculation et meurent. Un liquide ecdysial, riche en SBV s'accumule dans la mue, formant le sac qui a donné son nom à la maladie et au virus. Les larves atteintes changent de couleur, passant de blanc perle à jaune pâle. Ces « sacs » sont très fragiles, explosent entre les doigts, n'ont pas d'odeur (comme la loque européenne et la loque américaine, autres maladies du couvain), et ne sont pas adhérentes à la cellule de couvain. Dès la mort de la larve, le « sac » formé par sa destruction qui contient le liquide riche en virus est très contaminant. (INMV, 2003)

### **II .I.3.5.Diagnostic :**

Le diagnostic est généralement symptomatique.

Le diagnostic différentiel se fait avec les autres maladies du couvain, comme les loques.

Enfin le diagnostic de laboratoire peut se faire avec les méthodes « traditionnelles » comme les tests ELISA, cependant aujourd'hui il est possible d'utiliser la technique PCR en temps réel ce qui permet en outre de connaître la souche de virus concernée et la charge virale. Cela est peu utilisé à l'heure actuelle en pathologie apicole.

### **II .I.3.6. Conduite à tenir :**

- Infection virale qui peut être soignée par une exposition à une température de 60 °C durant 10 minutes.
- L'humidité est un catalyseur de sa propagation.
- Pour y remédier, il faut introduire une nouvelle reine et veiller à la propreté de l'habitat.

Il est essentiellement prophylactique par :

- La gestion de l'infestation par Varroa
- La gestion de l'apport alimentaire en vérifiant qu'il n'y a pas de carences en protéines
- Les techniques apicoles
- La sélection de souches actives dans le ramassage du pollen notamment.

## **II .II.MALADIES DES ABEILLES ADULTES :**

### **II .II.1.LA NOSÉMOSE:**

#### **II .II.1.1.Définition :**

La nosérose est une maladie qui affecte uniquement l'abeille au stade adulte. Elle est causée par un champignon microscopique unicellulaire du genre Nosema. On retrouve deux espèces de ce parasite intracellulaire causant des infections fongiques chez l'abeille européenne *Apis mellifera* soit *Nosema apis* et *Nosema ceranae*. L'infection à *Nosema apis* est bien connue et identifiée depuis près d'un siècle. Par contre, les pathologies associées à l'infection par *Nosema ceranae* chez l'abeille européenne sont beaucoup plus contemporaines et ne sont pas bien connues (*Nosema ceranae* était à l'origine un parasite de l'abeille asiatique *Apis cerana*). La nosérose est une maladie

## CHAPITRE II : LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

---

répandue dans le monde entier, mais particulièrement dans les pays au climat tempéré, aux hivers longs et humides, où les manifestations cliniques sont plus évidentes au printemps. (INMV, 2003)

### II .II.1.2.Etiologie:

L'agent causal est un parasite unicellulaire de la classe des Fongidés, *Nosema apis* (et aujourd'hui *Nosema ceranae*), identifié en 1907 par Zander.

### II .II.1.3.contamination :

L'infestation peut se faire par une spore unique mais on considère généralement qu'il faut entre 20 et 90 spores pour que la maladie apparaisse.

La propagation se fait par les spores dans la ruche et entre les colonies.  
Dans la ruche: par les échanges entre abeilles, par les activités de nettoyage, par trophallaxie,...  
Entre les ruches: par dérive, pillage, transhumance, achat d'abeilles....

### II .II.1.4.Symptômes :

Maladie apparaissant le plus souvent au printemps (comme cette année dans le Haut-Rhin)

- Mortalités variables: abeilles mortes devant les ruches ou pertes de ruches,
- Dépopulation,
- Troubles digestifs: diarrhées ( retrouvées parfois sur les parois, couvre cadres, cadres...), constipation (abdomen gonflé),
- Abeilles grimant aux brins d'herbe, ne pouvant plus voler; abeilles traînantes (crawling).
- Sur les reines: il existe des reines infectées par *Nosema*. Les conséquences pathologiques d'une infection des reines sont variables:  
Il semble que l'on ne trouve jamais de *Nosema* dans les oeufs. (INMV, 2003)

### II .II.1.5.Diagnostic :

**\*Clinique:** Par examen de l'intestin des abeilles. L'intestin des abeilles atteintes est généralement de couleur blanche, alors que celui des abeilles saines est brun-rouge (pollen dans l'intestin): couper la tête d'abeilles mortes et tirer sur l'abdomen pour mettre en évidence l'intestin.

La clinique n'étant pas suffisante, le diagnostic de certitude se fait grâce au laboratoire.

**\*Laboratoire:** Il se fait par mise en évidence des spores au microscope. Cependant, ce n'est pas parce qu'il y a des spores que l'on est en présence de la maladie. La présence de spores n'est pas suffisante, d'autres éléments sont nécessaire pour affirmer qu'on est en présence d'une *Nosérose* Maladie. C'est, entre autre, le comptage des spores.

Le comptage des spores se fait à partir de 30 abdomens d'abeilles diluées dans du sérum physiologique. Puis examiné entre lame et lamelle au microscope, on compte le nombre de spores.

## CHAPITRE II : LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

---

La présence des spores n'est pas une preuve absolue que le parasite soit la cause de la pathologie observée sur les colonies ou sur les pertes constatées.

### II .II.1.6.Pronostic:

Il s'agit d'une maladie très grave dans sa forme épizootique qui est capable de détruire de nombreuses colonies et ruchers.

### II .II.1.7.Traitement:

L'acide formique et le menthol, ce dernier semble plus efficace, employé entre 20°et 25°C, les cristaux sont posés sur un support poreux ou grillagé à raison de 25g par corps de ruche. Refaire deux à trois fois l'opération, éviter une période concomitante aux miellées, surveillance accrue avant et en fin d'hivernage pour observer ou non une recrudescence des symptômes.

Des vieilles recettes utilisant des huiles essentielles sont parfois utilisées.

le Traitement de précaution au vinaigre de cidre. Réduit considérablement les symptômes mais n'éradique pas complètement les spores. Utiliser 25cl de vinaigre de cidre mélangé dans 75cl de sirop (50/50) obtenu par brassage en poids égal(sucre et eau).

Ainsi, la lutte contre cette maladie se fait essentiellement par la prévention. (INMV, 2003)

### II .II.1.8.Prévention :

- bonne hygiène au rucher
- réserves alimentaires en suffisance
- surveillance régulière
- éviter les sources de contamination: miel, pollen, cadres.

### II .II.2.LA MALADIE NOIRE ( CPV) :

La maladie noire ou paralysie chronique des abeilles, encore appelée « mal de mai » ou « mal des forêts » par les apiculteurs, est une maladie virale des abeilles (mais qui peut toucher d'autres insectes, dont les fourmis) décrite dans de nombreux pays, et induite par un virus qui infecte notamment les cellules du ventricule et du système nerveux de l'abeille., du fait de la couleur caractéristique que prennent fréquemment les abeilles atteintes. On l'appelle également « mal des forêts » car elle se développe souvent dans les colonies produisant du miel de miellat et en période de production.

Les abeilles essentiellement touchées sont les ouvrières adultes âgées : les butineuses. A l'origine de mortalités, cette virose provoque des pertes de production sur des colonies. (CHARNIERRE, 2004).

#### II .II.2.1.L'origine :

Le virus responsable a été identifié et nommé virus de la paralysie chronique (*CBPV* : *Chronic Bee Paralysis Virus*) par Leslie Bailey en 1968, mais les anglo-saxons

## CHAPITRE II : LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

---

nomment aussi la maladie *May sickness*, ou *C.P.V. (Chronical Paralysis Virus)*. Le qualificatif « chronique » a été donné par opposition à la paralysie « aiguë » induite par un autre virus l'*Acute Bee Paralysis Virus (ABPV)*.

### II .II.2.2.mode de transmission :

Une contagion expérimentale a été faite pour la première fois en 1945 par Burnside.

Bailey a purifié le virus en 1963 (Bailey et al. 1963). Il peut pénétrer l'abeille par la voie digestive, mais aussi par des lésions de la cuticule (dans ce cas, une charge virale moindre suffit). L'Afssa a montré que le virus est encore présent et infectant dans les fèces d'abeille, ce qui explique la contagion entre abeilles et colonies lors de confinement des colonies.

### II .II.2.3.Symptômes :

Ils peuvent être confondus avec ceux de certaines intoxications par des produits neurotoxiques

- Perte de pilosité, une coloration noire et brillante chez certaines abeilles (d'où le nom de « maladie noire » et d' « abeille noire » (à ne pas confondre avec le nom, identique, d'une variété d'abeille) ou de « petite noire », ( "petites noires" car les abeilles glabres semblent plus petites et amaigries pour celui qui les observe) ; (CHARNIERRE, 2004).
- Une mortalité parfois importante.
- Agitation anormale et particulière au trou de vol : les abeilles saines repoussant les abeilles malades à l'extérieur (= comportement dit de « *houspillage* »)
- Certaines abeilles ont un abdomen gonflé (ce qui a fait évoquer une « constipation » à des auteurs anciens)
- Paralysie, décrite par Bailey (en 1976), avec corps et ailes tremblantes (ailes en position écartées, abeilles trouvées mortes avec les « *ailes en croix* »).

### II .II.2.4.facteurs favorisants :

- La maladie semble se développer plus souvent dans les bois chez les abeilles exploitant les miellées de miellat. \* La promiscuité induite par des ruches très peuplées et/ou une mauvaise météo semble être un autre facteur favorisant.
- La présence d'une « *trappe à pollen* » est un facteur favorisant selon les études de l'Afssa, peut-être en raison de microblessures qui pourraient favoriser l'infection virale chez les abeilles.
- Une éventuelle synergie avec les espèces de Nosema serait peut-être possible. (CHARNIERRE, 2004).

### II .II.2.5.Diagnostic :

Le diagnostic clinique est caractérisé par les symptômes observés et notamment la présence d'abeilles tremblantes, avec des comportements « anormaux ».

Au niveau de la colonie on peut observer des pertes importantes et des mortalités devant la ruche avec des abeilles avec les ailes « en croix ».

Une des caractéristiques de cette pathologie est qu'est généralement bien corrélée avec la présence de miellat. On a pu constaté sur des colonies placées sur des

## CHAPITRE II : LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

---

productions de miel de miellat des effondrements de colonies brutaux dus au virus CPV.

### **. Différentiel**

La difficulté du diagnostic clinique de cette pathologie vient de ses symptômes neurologiques et donc de la possibilité de la confondre avec d'autres pathologies ayant un tropisme neurologique comme les intoxications. Le diagnostic de laboratoire est donc obligatoire.

### **. Laboratoire**

Le diagnostic de laboratoire peut fait appel à plusieurs techniques comme par exemple la mise en évidence des antigènes viraux par un test en immunodiffusion en gélose. Aujourd'hui, l'utilisation de la méthode PCR pour la détection de l'ARN viral du CPV devrait permettre, si elle est utilisée en « routine » un diagnostic rapide et sensible des infections par le CPV déclarées et latentes. La connaissance de la charge virale est importante car la présence seule du virus n'est pas suffisante pour affirmer la présence de la pathologie. La maladie noire doit donc, après un diagnostic de suspicion avoir une confirmation en laboratoire sur abeilles mortes, avec un diagnostic quantitatif.

L'analyse des résultats se faire en tenant compte:

- de la symptomatologie observée,
- de la connaissance de l'environnement floral de la colonie atteinte : colonie en production de miel de miellat est un facteur déclenchant
- de la recherche d'autres causes favorisantes si la colonie diagnostiquée comme atteinte de la maladie noire n'est pas sur du miellat : recherche de carence, de toxiques...

### **II .II.2.6. Pronostic :**

Le pronostic est souvent favorable lorsque quelques abeilles sont atteintes. La maladie peut entraîner des pertes de colonies en cas de forme grave et/ou quand les facteurs favorisants sont présents (miellat, hérédité, âge, intoxication, ...)

### **II .II.2.7. Conduite à tenir :**

Il n'y a aucun traitement. Il est donc nécessaire de mettre en place des mesures prophylactiques.

- Hivernage : ne pas laisser hiverner les colonies avec des provisions de miel de miellat. Cela est aussi important dans la prévention de la nosébose.
- Sélection de reines venant de souches ayant bien résisté sur des colonies ayant récolté du miellat,
- CME Colin, DMV, conseille la stimulation du butinage d'automne par un apport alimentaire de petites quantités de sirop 50/50 avec de la vitamine C (250 mg) et de la vitamine B12 (15 à 20 mg), si l'environnement floral est favorable. (CHARNIERRE, 2004).

### **II .II.3.L 'ACARIOSE :**

#### **II .II.3.1. Définition :**

## CHAPITRE II : LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

---

L'acariose des trachées est une maladie parasitaire interne et contagieuse de l'abeille adulte *Apis mellifera* L. due à un acarien, *Acarapis woodi* qui se localise dans les trachées de l'abeille. Ce parasite peut toucher les trois castes d'abeilles adulte : reines, ouvrières, faux-bourçons; c'est un parasite interne du système respiratoire qui vit et se reproduit principalement dans la première paire des trachées thoraciques de l'abeille. Cette maladie est plus présente dans les zones d'hivernage long (montagne, régions froides et humides).

### II .II.3.2.L'agent causal :

*Acarapis woodi* est un parasite spécifique de l'abeille *Apis mellifera* L. Le cycle du parasite (12 à 15 jours) est simple et se déroule à l'intérieur des trachées : l'œuf se transforme en larve puis en nymphe et donne des mâles en 11 à 12 jours et des femelles en 13 à 16 jours.

### II .II.3.3.La contamination :

Les infections se propagent par contact direct. Il existe différentes sources possibles de contamination:

- par le pillage
- par la dérive, les erreurs de vol
- par des faux-bourçons provenant d'une autre ruche
- par l'essaimage
- par la transhumance
- par les transactions commerciales

### II .II.3.4. Symptômes :

On retrouve des cadavres devant les ruches - Des abeilles fatiguées, incapables de voler et qui s'amassent en petites grappes devant l'entrée de la ruche. - L'abdomen des abeilles est gonflé. - Les ailes sont asymétriques ou anormalement positionnées. - Traces de diarrhée parfois. Ce parasitage s'exprime à l'intérieur de la colonie sous trois formes avec trois degrés différents: - Faible quantité d'abeilles infestées, pas de symptômes apparents, la maladie est au stade latent. - Dépopulation de la ruche, le cas est grave. - Mortalité totale dans le cas extrême. (CHARNIERRE, 2004).

### II .II.3.5.Diagnostic :

*Clinique* : Au niveau clinique, le diagnostic ne peut être de certitude, mais de suspicion. Les symptômes ne sont pas spécifiques de cette maladie. La suspicion se



## CHAPITRE II : LES PRINCIPALES MALADIES DES ABEILLES

---

fait sur les ailes asymétriques, ou qui semblent désarticulées, les abeilles trainantes, parfois à l'abdomen gonflé...

*Laboratoire* : Il est nécessaire d'avoir recourt au laboratoire pour avoir un diagnostic de certitude. Il faut prélever une trentaine d'abeilles vivantes et trainantes.

Au niveau du laboratoire, on observe au microscope les trachées du quart antérieur du thorax, où l'on met en évidence la présence d'*Acarapis woodi* en cas d'atteinte.

### II .II.3.6.traitement :

Utilisation de produits naturels dont :

\_L'acide formique pendant 4 à 15 jours

\_Menthol, ce dernier semble plus efficace. Employé entre 20° et 25° C, les cristaux sont posés sur un support poreux ou grillagé à raison de 25g par corps de ruche. répéter l'opération 2 à 3 fois , éviter les période concomitantes aux miellées.

\_Thymol : problème de résidus dans le miel, mortalité du couvain, effet répulsif.

Utilisation de produits de synthèse :\_Amitraze

### II .II.3.7.prévention :

surveillance accrue avant et en fin d'hivernage pour observer ou non une recrudescence des symptômes ;bonne hygiène au rucher et le réserves alimentaires en suffisance.

## CHAPITRE III:ETUDE DE LA VARROASE

### III .I. GENERALITE SUR LA VARROASE :

#### III .I. 1.généralité :

Le Varroa a été découvert pour la première fois en Inde (sur l'île de Java) par JACOBSON en 1904, et décrit par le hollandais oudemans d'où le nom scientifique : *Varroa jacobsoni oudemans*. L'hôte d'origine de Varroa est l'abeille d'Asie *Apis cerana*, qui n'avait initialement pas de zone de contact avec l'abeille européenne *Apis mellifera*. Le développement de la transhumance des colonies d'abeilles a permis un contact artificiel entre les espèces *Apis cerana* et *Apis mellifera*, puis le passage de Varroa sur *Apis mellifera*. Ce changement d'hôte s'est sans doute produit au cours des années 1940 ou 1950 (grobov, 1976). Des lors, la parasitose a connu une extension de plus en plus rapide, au gré des transhumances et des échanges commerciaux, l'infestation de nouvelles colonies étant autorisée par la phorésie. Le Varroa était détecté dans l'ensemble des républiques soviétiques avant la fin des années 1960 (colin *et al.* 1983).

Suite à l'analyse génétique de l'ADN des Varroa, les chercheurs ont constaté que le Varroa présent sur les abeilles était légèrement différent du Varroa mis en évidence dans sa zone d'origine. Sachant cela, les chercheurs ont du lui trouver un nouveau

## CHAPITRE III : ETUDE DE LA VARROASE

---

nom (*Varroa destructor*). C'est de là que vient cette modification. Si le nom a changé, le *Varroa* reste pourtant bien le même (ANONYME, 2003).

La cuticule des abeilles est constituée d'un mélange d'une cinquantaine de composés lipidiques – des hydrocarbures – qui servent entre autre à la communication chimique. Les abeilles sont capables de reconnaître la composition d'une cuticule et d'identifier ainsi l'espèce ou l'âge d'un individu. Cela leur sert également à détecter la présence des parasites dont la cuticule est différente. Des études précédentes ont montré que l'acarien *Varroa destructor* peut mimer les hydrocarbures cuticulaires de leur hôte et ainsi échapper au comportement hygiénique des abeilles. Dans ces nouveaux travaux, les chercheurs se sont intéressés à la capacité des acariens, selon leur origine, à mimer la composition de la cuticule d'un nouvel hôte, d'une espèce différente, en transférant des acariens vivant dans une colonie d'abeilles asiatiques sur des larves d'abeilles européennes et inversement. (Christidès and A.-G. Bagnères ; *Biology Letters* ; 3 juin 2015.)

En 1980, *Varroa* atteint les rivages méditerranéens par la Grèce et la Yougoslavie (griffiths et bowman, 1981). Sur les autres fronts, *Varroa* atteint le continent africain par la Tunisie, vraisemblablement en 1975, à la suite de l'importation de plusieurs centaines de colonies en provenance de Roumanie. La parasitose gagne du terrain vers l'ouest en Algérie, mais aussi vers l'est et le sud en direction de la Libye. A partir du Paraguay, sur le continent sud-américain, *Varroa* s'étend depuis 1975 sur la Bolivie, le Brésil au nord, en Uruguay et a remonté vers l'Amérique centrale et l'Amérique du nord (Figure 3) (Vanille boin1991).

Aujourd'hui le *varroa destructor* touche une très grosse partie du monde.



(Figure 3) : répartition du varroa dans le monde(FERNANDEZ, 2001).

### III .I.2.L 'agent causal :

## CHAPITRE III : ETUDE DE LA VARROASE

L'agent causal de la maladie est un ectoparasite *Varroa jacobsoni* ou *Varroa destructor*.

C'est un arthropode de la classe des Arachnides, de l'ordre des Acariens, voisin des Dermanyssidés. De forme ovale et de couleur brune, il est visible à l'œil nu. Le mâle mesure environ 0,90 mm par 0,80 mm. La femelle mesure 1,50 mm par 1,75 mm. Les œufs mesurent 0,63 mm par 0,45 mm.

Son appareil buccal est de type piqueur-suceur. Les pattes sont munies de volumineuses ventouses.

En hiver, les femelles fécondées se logent entre les sternites de l'abeille. Elle pond dans les cellules de couvain non operculées. Les varroas se développent en se nourrissant de l'hémolymphe de la larve d'abeille. Le varroa devient adulte en 6 à 9 jours selon le sexe. Il sort de la cellule en même temps que l'abeille. L'abeille qui naîtra sera plus ou moins difforme et faible. Le couvain de faux-bourdon est plus sensible à l'infestation par le varroa.

L'infestation est à son minimum en hiver. Elle augmente au cours de la saison et atteint son paroxysme à l'automne (1904, Jacobson)



Figure 4 : *Varroa destructor* (Goodwing et Van Eaton, 2001).

### III .I.3. L'Hôte réceptif :

L'hôte spécifique de *Varroa* est l'abeille. Quelques expériences tentées pour fixer le *Varroa* sur des guêpes, des bourdons ou d'autres insectes, ont montré que le *Varroa* ne reste pas sur ces hôtes. Il n'a, par ailleurs, jamais été découvert de *Varroa* dans les nids d'un quelconque autre hyménoptère ou autre insecte (Grobov, 1977).

### III .I.4. systématique du varroa :

Selon Anderson et Truman (2000), Pacarien appartient au

Règne	animal
Sous règne	métazoaires
Embranchement	arthropodes
Sous embranchement	chélicérates

## CHAPITRE III : ETUDE DE LA VARROASE

---

Classe	arachnides
Ordre	gamazidas
Sous ordre	mesostigmates
Famille	varroadaes
Sous famille	varroanas
Genre	varroa
Espèce	Varroa destructor

Le genre *Varroa* est composé de quatre espèces : *Varroa jacobsoni* , (décrite par *Oudemans en 1904*), *Varroa underwoodi* (décrite par Delfinado-Baker et Aggarwale en 1987), *Varroa rindereri* (décrite par De Guzman et Delfinado-Baker en 1995) et *Varroa destructor* (décrite par Anderson et Trueman en 2000). Seul *Varroa destructor* est présent en Europe, les autres espèces étant parasites d'abeilles asiatiques (TREILLES, 2002).

### III .II. MORPHOLOGIE ET ANATOMIE DU VARROA :

#### III .II.1. morphologie externe :

*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, forme de résistance et de dissémination, 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).

#### -varroa femelle :

Visible à l'œil nu, la femelle a un corps de forme ellipsoïdale, plus large que long : en moyenne 1,1 mm de longueur pour 1,6 mm de largeur. Brun clair à l'éclosion, sa couleur fonce et prend un teint rougeâtre chez les individus les plus âgés. Sa cuticule, durcie par une protéine, la sclérotine, est divisée en plaques appelées sclérites. Souvent couverts de poils, ces sclérites sont unis par un tégument souple nommé membrane interscutellaire, qui permet l'articulation des sclérites entre eux (fernandez et coineau, 2002).

- **la Face dorsale :**

Striée transversalement et couverte de soies différenciées selon les régions, la face dorsale est composée d'un unique sclérite formant un large bouclier bombé (fig 3). Les soies des bords marginaux sont épaisses, longues et spiniformes tandis que celles du centre sont plus minces et portent de courtes barbules (fernandez et coineau, 2002).

#### **La Face ventrale :**

## CHAPITRE III : ETUDE DE LA VARROASE

---

La complexité de la morphologie de Varroa s'observe quand on retourne le parasite. Comme tout acarien, il est divisé en deux parties : l'idiosoma représente la quasi-totalité du corps et le gnathosome correspond à l'appareil buccal;( treillers, 2002).

**L'idiosoma** est formé de dix sclérites et porte quatre paires de pattes. Ces pattes, courtes et robustes, sont composées de sept articles (de la base à l'extrémité distale : coxa, trochanter, fémur, génuat, tibia, tarse, apotèle). L'apotèle se termine par une pelote adhésive, souple et transparente. Seule la paire I n'est pas repliée vers la face ventrale(fernandez et coineau, 2002).

### **-varroa male :**

Le mâle de *V. destructor* a seulement un rôle de reproduction. Il a une forme de corps sphérique et couleur blanchâtre, il est plus petit que la femelle (environ 0,8 mm de diamètre). Il a un corps mou, très similaire à la phase immature de la femelle du varroa (Figure 4). Les mâles ont une vie très courte: ils ne sont pas en mesure de survivre à l'extérieur du couvain operculé, en fait, ils meurent en quelques jours. Ils ne peuvent pas se nourrir parce que leurs pièces buccales sont déléguées exclusivement au transfert des spermatozoïdes dans les voies génitales de la femelle.



(Figure5) : morphologie d'un varroa male (jacopo werther, 2010)

La face dorsale est uniformément et abondamment couverte de soies. Les sclérites de la face ventrale sont moins différenciables que chez la femelle. La morphologie de cette face reste néanmoins sensiblement la même que chez la femelle. La majeure différence réside dans la position de l'ouverture génitale, plus en avant, entre les pattes de la paire II. L'appareil buccal est quant à lui modifié : les chélicères sont transformés en spermiodactyles, une sorte de canule permettant l'injection des spermatozoïdes dans l'appareil génital de la femelle. Par cette modification des chélicères, le varroa mâle est incapable de percer la cuticule de son hôte.

### **-les immatures :**

Chez les acariens, l'ontogénèse comprend six stases : prélarve, larve, protonympe, deutonympe, tritonympe, adulte. Cependant, chez Varroa , la prélarve et la

## CHAPITRE III : ETUDE DE LA VARROASE

tritonympe ont disparu .Le développement jusqu'au stade adulte se déroule exclusivement dans du couvain operculé et se réalise en 154 heures pour le mâle (environ six jours et demi) et 134 heures pour la femelle (environ cinq jours et demi).

- **La larve :**

Elle est une larve calyptostatique, l'équivalent d'une chrysalide : elle ne se nourrit pas, elle est immobile et de ce fait est incapable d'éclore. Elle reste alors dans l'enveloppe de l'œuf et débute son développement 24 heures après sa ponte. Elle présente un corps piriforme et mesure environ 0,5 mm de large pour 0,7 mm de long. Elle ne possède que trois paires de pattes, repliées sous la face ventrale. A ce stade, elle est inoffensive pour son hôte.

- **La protonympe :**

Le passage de la larve à la protonympe est appelé pupaison : l'hypoderme de la larve se délamine et sa couche externe reste solidaire de la cuticule, le tout formant une carapace dans laquelle la protonympe se forme. La quatrième paire de pattes se différencie et la couche interne de l'hypoderme secrète une nouvelle cuticule. Les pattes sont rayonnantes, tendues vers l'extérieur et vers l'avant. 73 Un peu plus globuleux (0,6 mm de longueur pour 0,5 mm de large), son corps est de couleur blanc perlé.

- **La deutonympe :**

Un peu plus mobile que la protonympe, les pattes sont toujours étendues vers l'avant. La taille augmente et le corps de la femelle devient ellipsoïde tandis que celui du mâle reste piriforme. La couleur varie légèrement et devient jaunâtre. Le nombre de soies augmente et le gnathosome devient identique à l'adulte.



**Figure(6):** Protonympe (à gauche), deutonympe (centre) et adulte (à droite) de la femelle du *Varroa destructor* (Riccardo Jannoni)

### III .II.2.ANATOMIE INTERNE :

#### III .II.2.1.le tégument :

## CHAPITRE III : ETUDE DE LA VARROASE

---

Le tégument est formé d'une couche cellulaire, l'épiderme, et d'une couche non cellulaire, la cuticule, sécrétée par la première. Il présente un nombre important de fonctions : exosquelette, support pour l'insertion des muscles, rôle dans l'imperméabilité et le bilan d'eau. La sclérotisation (durcissement cuticulaire) et la mélanisation (coloration cuticulaire) sont concomitantes car elles dérivent de réactions chimiques faisant intervenir parallèlement un même composant, une quinone. L'ancienne cuticule se fend selon une ligne préétablie, la ligne de déhiscence, présente sur le sclérite dorsal. Dans les couvains operculés parasités, on trouve au fond des alvéoles un mélange des morceaux de cuticule (les exuvies) provenant des mues successives des parasites et de l'abeille. (fernandez et coineau, 2002).

### **III .II.2.2.Le système nerveux :**

Le cerveau, ou synganglion, est traversé par l'œsophage. Il est composé de plusieurs ganglions indissociables formant deux masses, une sous-œsophagienne et une sus-œsophagienne plus petite, reliées entre elles par un anneau périœsophagien .La masse sous-œsophagienne est composée de la paire de ganglions des palpes, des quatre paires de ganglions des pattes- et des deux paires de ganglions de l'opisthosome (ces derniers ne formant qu'une seule masse fusionnée, difficilement individualisable).

Un important réseau de trachées et trachéoles assure l'apport en oxygène au cortex en traversant le neurilème. (fernandez et coineau, 2002).

### **III .II.2.3. Le système circulatoire :**

Le système circulatoire est de type lacunaire, il contient peu de vaisseaux. Les organes de la cavité générale du corps (appelée hémocœle) baignent dans un liquide, l'hémolymphe, qui contient les hémocytes et constitue en quelque sorte le sang de l'animal. L'hémocœle est également en continuité avec les cavités des appendices. La circulation est assurée par une dynamique interne créée par les mouvements des différents organes et des muscles qui se contractent régulièrement. L'hémolymphe ne sert pas aux échanges gazeux, mais elle assure le transport des hormones, des nutriments et des déchets. Elle maintient également la pression hydrostatique et soutient les organes et tissus(fernandez et coineau, 2002).

### **III .II.2.4.Le système respiratoire :**

Le système respiratoire est constitué d'un réseau de trachées qui, d'un côté se ramifient en trachéoles, et de l'autre, s'abouchent à l'extérieur par deux stigmates, prolongés par un pérित्रème, situés ventro-latéralement aux coxae des pattes III et IV (fernandez et coineau, 2002).

### **III .II.2.5.Le système reproducteur :**

## CHAPITRE III : ETUDE DE LA VARROASE

---

L'appareil génital mâle comprend un testicule unique d'où partent deux vasa deferentia qui se réunissent en un ductus ejaculatorius. Ce dernier est en communication avec la glande génitale accessoire, une glande de taille importante capable d'encapsuler les spermatozoïdes dans un spermatophore. Huit stades de maturation sont décrits pour les spermatozoïdes : les six premiers ont lieu dans l'appareil génital mâle et les deux derniers se déroulent dans le corps de la femelle. Les chélicères, transformés en spermiodyctyles, permettent au mâle de prélever les spermatophores auprès de son ouverture génitale (face ventrale) et de les injecter dans l'appareil génital de la femelle.

L'appareil génital de la femelle est plus complexe et divisé en deux systèmes. Le premier permet la réception, la maturation et le stockage des spermatozoïdes. Ces derniers, à leur sixième stade de développement et enfermés dans un spermatophore, sont injectés par le mâle au niveau des solenostomes, deux pores situés entre chaque coxae III et IV de la femelle. Différents conduits (tubulus, ramus et spermiducte) amènent à la spermathèque. Celle-ci est en contact avec l'ovaire au niveau de la camera spermatis. Le deuxième système ne comprend que des organes impairs et permet le développement de l'œuf jusqu'à la ponte : l'oocyte issu de l'ovaire est fécondé par un spermatozoïde. Il poursuit sa maturation dans l'utérus (ou oviducte I), puis le vagin (ou oviducte II) qui conduit jusqu'à l'ouverture génitale, lieu de ponte situé sur la face ventrale de l'acarion. L'ovaire comprend deux parties : l'ovaire au sens strict du terme, et l'organe lyriforme, à fonction nutritive. L'utérus ne peut contenir qu'un seul œuf à la fois (fernandez et coineau, 2002).

### III .II.2.6.L'appareil digestif :

La première phase digestive est extra-orale par injection de la salive à l'intérieur de la plaie. Le système salivaire est composé de deux paires de glandes salivaires, une antérodorsale et une qui s'étend des pattes II à IV. Le système post-oral qui prend le relai est divisé en trois segments du fait d'origines embryologiques différentes ; l'intestin antérieur (pharynx et œsophage), l'intestin moyen (ventricule, colon et post-colon) et l'intestin postérieur (atrium anal) (fernandez et coineau, 2002).

#### Intestin antérieur :

Le pharynx possède un système musculaire puissant l'adaptant à sa fonction, la succion. L'œsophage traverse le synganglion obliquement d'avant en arrière ventro-dorsalement. Il s'abouche dans le ventricule.

#### • Intestin moyen :

Le ventricule est composé de trois paires de caecums qualifiés d'antérieurs, de moyens et de postérieurs ; les deux dernières paires étant les plus développées et occupant une grande partie de l'idiosoma. Une variation individuelle de taille est présente, notamment chez les 82 femelles où les caecums subissent une compression lors du développement des œufs. La partie post-ventriculaire comprend le colon séparé du post-colon par la valve rectale.



## CHAPITRE III : ETUDE DE LA VARROASE

---

- **Intestin postérieur :**

Il correspond à l'atrium anal, jonction entre le post-colon et l'ouverture anale située en partie postérieure de la face ventrale de l'acarien.

### **III .II.2.7.Le système excréteur :**

Il est constitué d'une paire de tubes de Malpighi s'étendant sur toute la longueur du corps. Prenant naissance entre le synganglion et les caecums antérieurs, les tubes de Malpighi restent en position ventrale par rapport aux caecums moyens et passent dorsalement aux caecums postérieurs pour finalement s'ouvrir au niveau du post-colon. Les produits d'excrétion, sous forme de granules de guanine, sont présents tout au long des tubes (fernandez et coineau, 2002).

### **III .III.LA DYNAMIQUE DU VARROA :**

#### **III .III.1.cycle évolutif :**

Le cycle de Varroa se fait dans la cellule après operculation. C'est donc un parasite de l'adulte et du couvain dont la présence est nécessaire pour son développement. Seule la femelle est hématophage, quand au mâle on ne sait pas s'il se nourrit. Il ne sert qu'à la reproduction (c'est déjà pas mal!).

-La femelle Varroa fondatrice va entrer dans les cellules d'ouvrières ou de faux-bourdon au stade larvaire juste avant l'operculation et s'immerge dans la gelée larvaire, pour se cacher des abeilles ouvrières nettoyeuses, nourricières et cirières.

-Juste après l'operculation, la femelle va se nourrir sur et de la larve.

-60 à 70 heures après l'operculation, le premier oeuf est pondu: c'est généralement un mâle (haploïde).

-Puis la femelle fondatrice pond entre 4 et 6 oeufs femelle en fonction de la cellule où elle se trouve.

\*3 à 4 dans les cellules de couvain d'ouvrière (+1 mâle)

\*5 ou 6 dans les cellules de couvain de faux-bourdon (+1 mâle)

Il y a eu une adaptation de Varroa au cycle de *Apis mellifera*. Le couvain de faux-bourdon étant operculé plus longtemps (14,5 jours) que celui des ouvrières (12 jours), la ponte de Varroa s'est adaptée à ce caractère physiologique en s'optimisant et donc en augmentant sa fertilité dans les cellules mâle.

-Le développement de l'oeuf à l'adulte se fait dans la cellule operculée. Les différents stades sont:

\*Oeuf (24 heures)

\*Protonympe libre (30 heures) et première mue (24 heures)

\*Deutonymphe(48 à 60 heures)

\*Adulte après une mue imaginale (24 heures).

Ce développement dure environ 134 heures pour le mâle et 154 pour la femelle.

-Le mâle Varroa va s'accoupler avec ses soeurs dans la cellule sous l'opercule. Les femelles vont remplir leur spermathèque puis elles ne s'accoupleront plus.

## CHAPITRE III : ETUDE DE LA VARROASE

-Lorsque l'abeille émerge de sa cellule, les jeunes Varroa et la femelle fondatrice quittent la cellule sur l'abeille. Le mâle survit un court moment dans la cellule ouverte. On n'en a jamais vu à l'extérieur.

-Les femelles Varroa, étant très mobiles, vont alors parasiter d'autres abeilles. Les femelles fondatrices peuvent faire plusieurs cycles reproducteurs (2 ou 3) et donc être à l'origine d'une grande descendance.

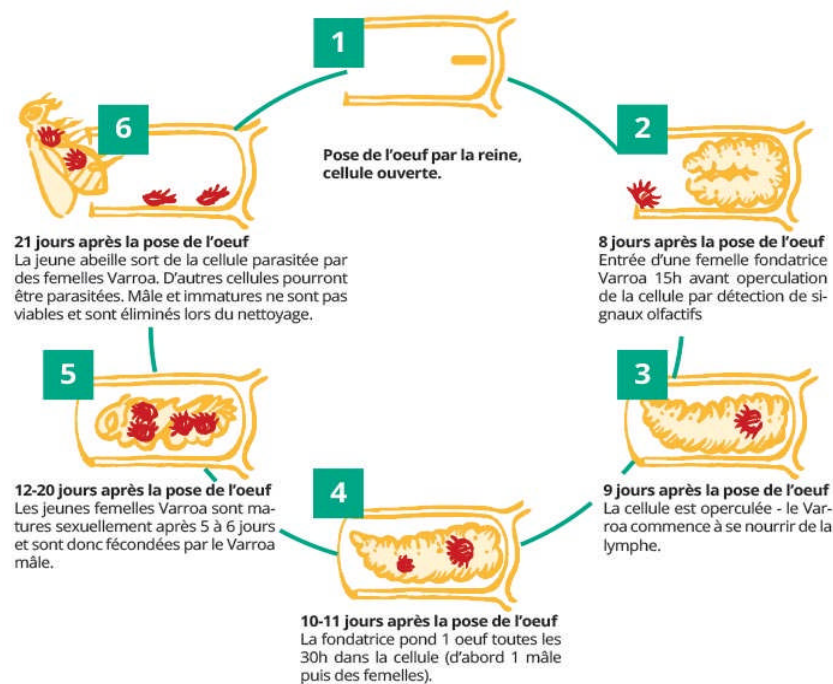
Conclusions:

Varroa destructor s'est adapté à *Apis mellifera* et **son lieu de prédilection pour se reproduire est la cellule de faux-bourdon**. Il a été constaté que le couvain de mâle était beaucoup plus attractif pour Varroa que le couvain d'ouvrières.

La propagation de Varroa de ruche à ruche est associée au comportement de dérive et de pillage des abeilles. La transhumance joue également un rôle.

A l'étude de ce cycle, on peut voir poindre à quel moment il faut lutter contre ce parasite qui affaibli et peut détruire les colonies d'abeilles.

(Sources: Marc-Edouard Colin, Russell Goodman...)



le cycle évolutif de la varroa( martin ;1994)

### III .III.2.LA NUTRITION :

Tous les stades de Varroa se nourrissent exclusivement à partir de l'hémolymph de leur hôte. Seules les femelles adultes sont capables de survivre sur les abeilles adultes en se nourrissant entre les sternites de leurs hôtes. Les autres formes, mâles et immatures, vivent dans le couvain. Au stade prénymphe de l'abeille, la femelle fondatrice monte sur elle et réalise de petits repas à peu de temps d'intervalle. Pendant

## CHAPITRE III : ETUDE DE LA VARROASE

---

le stade nymphose, elle se nourrit moins souvent mais effectue des repas plus longs. A ce stade, à l'aide de ces chélicères, elle perce la cuticule de la nymphe, généralement au niveau du cinquième segment du corps. Cet endroit devient la zone de nourriture qui sera utilisée par la fondatrice et ses descendants pour se nourrir. Les femelles peuvent accepter plusieurs accouplements avec un mâle et dans le cas de pluri-infestation, elles acceptent aussi le mâle de l'autre descendance. (fernandez et coineau, 2002).

### **IV. FACTEURS FAVORISANTS L'EXTENSION DU VARROA :**

Plusieurs facteurs peuvent contribuer à propager le Varroa, l'apiculteur peut en contrôler une partie. Parmi les facteurs que l'apiculteur ne peut contrôler, on compte par exemple (platiere *et al*, 1987):

- la migration des faux-bourçons, qui peuvent facilement voyager 10 à 20 km par jour pour se trouver une nouvelle colonie. En France, où l'infestation du Varroa a commencé en 1982, il a été observé que la propagation naturelle n'est toutefois que de quelques kilomètres par année et que c'était plutôt la vente d'essaims et autres pratiques qui dépendent des apiculteurs qui expliquaient l'expansion rapide du Varroa.
- l'échange de cadres en provenance d'une colonie infestée.
- le déplacement des ruches.

## CHAPITRE IV : MOYENS DE LUTTE CONTRE VARROA

### **INTRODUCTION:**

La difficulté dans la lutte contre la Varroase réside dans le fait que l'acarien ne se multiplie que dans du couvain operculé, car dans la grande majorité des cas les parasites enfermés dans le couvain operculé ne sont jamais ou sont très partiellement atteints par les substances thérapeutiques. La petitesse du parasite ajoute évidemment au caractère insidieux de son attaque, et bien souvent ce type d'acariose est découvert à un stade déjà avancé

D'autre part les traitements chimiques (acaricides) constituent pour l'heure la seule parade, mais leur efficacité est rarement effective à 100 %, d'autant que l'accoutumance finit par induire des souches plus ou moins résistantes. En pareil cas l'apiculteur est souvent tenté d'augmenter le dosage, ou la fréquence des traitements. Mais il est préférable de changer de produit, et plus exactement de principe actif. Bien entendu, et c'est là une évidence, tout traitement doit être compatible avec la vie même des abeilles, mais également avec la qualité gustative et sanitaire du miel.

## CHAPITRE IV : MOYENS DE LUTTE CONTRE VARROA

### I.1. Méthode de dépistage simplifié

Une première méthode de détection, utilisée conjointement avec la plupart des traitements, consiste à dénombrer les acariens qui tombent au fond de la ruche sur des langes. On dispose un papier enduit d'un corps gras ou collant à la base de la ruche qu'on remplace tous les deux ou trois jours. Parmi les débris qui se retrouveront sur le papier, on compte les varroas. Pour chaque acarien trouvé mort (sans traitement). La plupart des auteurs considèrent qu'une colonie peut rester saine avec 2 à 3000 acariens. (Péquin, 1989)

### I.2. Test à l'acide formique

Il s'agit d'abord de placer un papier collant recouvert d'un grillage de mailles de 3mm au fond de la ruche (linge). On dispose 20 ml d'acide formique à 65% sur du papier absorbant également au fond de la ruche. Finalement, on compte le nombre d'acariens retrouvé sur le papier après 24 ou 72 heures

### I.3. Décompte sur les abeilles

Cette méthode très précise, consiste à prendre de 200 à 500 abeilles adultes (un multiple de 100) et de les placer dans un contenant rempli d'alcool ou d'eau bouillante additionnée d'un pourcent de détergent. En brassant pendant 20 minutes, les varroas seront séparés de leurs hôtes et, suivant le comptage, le taux d'infestation pourra être déterminé par une simple règle de trois. Le tableau4 suivant, permet d'évaluer l'importance de l'infestation. Bien que cette technique ne donne pas d'indication directe de l'état du couvain, elle permet néanmoins une estimation fiable de la situation.

**Tableau n°1: Importance de l'infestation de varroa selon le % dénombré par le décompte à l'alcool Source: Ritter (1983) cité par 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

## II. La lutte chimique :

### . Les produits :

La thérapie chimique occupe une place de plus en plus importante dans la lutte contre la maladie (varroatose). Beaucoup d'acaricides ont été proposés. Mais ils ont tous une activité partielle comprise entre 50 et 99% et variable selon les colonies, les climats, les races d'abeilles, l'époque de traitement etc. (tableau 2)

## CHAPITRE IV : MOYENS DE LUTTE CONTRE VARROA

**Tableau n°2: Principaux acaricides contre la varroase**

Nom commercial	Matière active	Mode d'emploi
Amitraz	Triazapentatiene	Pulvérisation, vaporisation, fumigation
Apitol	chlorhydrate de cyniazole	Systémique
fobex Va	Bromoprophylate	Fumigation
Apistan Klartan, Mavrik	Fluvalinate	Systémiques
acide formique	acide formique	Vapeurs
acide lactique	acide lactique	pulvérisation.
Perizin	Coumaphos	Systémique

### **-Thermothérapie :**

Plusieurs expériences ont été menées sur l'utilisation de la chaleur contre le vara et l'acarien de l'abeille qui vit dans la trachée, certaines avec un certain succès, d'autres pas. Les acariens sont très sensibles à la chaleur. Avec la thermothérapie, il s'agit donc de trouver la température et la durée de traitement qui vont permettre de réduire le nombre d'acarien sans tuer les abeilles. Ainsi, dans une expérience réalisée par un apiculteur français (Chaudière, 1988), après avoir retiré la reine, on a élevé la température interne de la ruche jusqu'à 60C par l'énergie solaire et on l'y a maintenue pendant 13 minutes. Le taux de destruction du varroa fut de 50 %, mais un nombre équivalent d'abeilles ont succombé.

### **III - Moyens de lutte biologique :**

Il se fait peu de recherches sur le contrôle biologique du varroa, L'utilisation de toxines de Bt (*Bacillus thuringiensis*) et de Virus a été envisagée mais aucune application pratique n'est prévue à court terme.

#### **III.1. Application des acides organiques :**

Les stratégies de lutte alternative contre Varroa actuellement conseillées combinent des traitements estivaux à l'acide formique ou au thymol avec un traitement automnal dans les colonies exemptes de couvain (Imdorf et coll, 1998). L'acide oxalique est souvent conseillé. Pour l'instant, l'application de ce produit se fait soit par pulvérisation ou par dégouttement.

#### **III.2. Acide formique :**

L'acide formique est un acide organique que l'on retrouve à l'état naturel dans plusieurs plantes, surtout au niveau des fruits. Il est donc normal qu'on le retrouve dans le miel en faible concentration, typiquement environ 100 mg/kg de miel et même plus pour certains miels comme celui de sapin qui en contient 200 mg/kg. Son usage pour combattre la varroase requiert cependant une concentration plus forte et agit à l'état gazeux.

## CHAPITRE IV : MOYENS DE LUTTE CONTRE VARROA

---

Idéalement, les traitements doivent être faits lorsque la température se situe entre 20 et 30C. Le produit devient dangereux pour les abeilles si la température est supérieure à 30C et s'avère nettement moins efficace en-deca de 12C.

### III.3. Acide oxalique et acide lactique :

L'acide oxalique et l'acide lactique ont aussi fait l'objet d'essais contre le varroa. Des chercheurs allemands ont rapporté une bonne efficacité de l'acide lactique à 10-15%, mais, selon les apiculteurs l'ayant utilisé, cet acide serait moins efficace que l'acide formique. Selon Charrière et al., (1997) l'efficacité moyenne de l'acide oxalique a été de 98.3% en 1994 et de 97.4% en 1995. Sur 101 des 112 colonies expérimentales, l'efficacité du traitement a été de plus de 95% (Hanley et Duval 1995).

### IV. PLANTES REPULSIVES :

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.

### V. FUMIGATION A PARTIR DE PLANTES MEDICINALES :

Des fumigations de mélisse de menthe ont aussi produits de bons résultats en Allemagne (Rademacher, 1983).

Marchetti et ses collaborateurs ont testé *Rosmarinus officinalis* (rosmarin), *Missa officines* (mélisse), *Mentha pipette* (menthe), *Equisetum arvense*, *Achillea clavenas*, *Salvia officines* (sauge). Les auteurs estiment que l'utilisation des plantes aromatiques est conçue d'avantage pour les diagnostics d'été: (roboux, 1986).

Plus récemment, à l'institut National Agronomique d'Alger (cherrak et draguendoul ,1993) ont appliqué l'armoise .et le romarin par fumigation dans un -rucher situé au domaine El Djoumhouria (Alger). L'efficacité obtenue par l'armoise est de 31.56% et celle du romarin est de 47.81%.

(Harbadji et naoui ,1996), qui ont testé la trigonelle par fumigation, ont obtenu une l'efficacité moyenne estimée à 88.37%

(Ayad et aoudia ,1998), avec des essais par contact et par fumigation de la trigonelle *Trigonelle foenum graecum* et du navet : *Brassica na pus*. Ils ont montré que l'efficacité de la trigonelle par contact et par fumigation est respectivement de 29.03% et 32,91% et celle du navet par contact est de 32.31% et par fumigation est de 53.09%.

# CHAPITRE V : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

## *Citrus limonum*

---

### CHAPITRE V : présentation de l'espèce végétale *Citrus limonum*

#### I. HISTORIQUE :

D'après Loussert (1989), le mot « agrumes » serait d'origine italienne, désignant les fruits comestibles et par extension les arbres qui les portent appartenant au genre « Citrus ». Les fruits ont un zeste (peau) riche en glandes à huiles essentielles, et une pulpe organisée en quartiers comprenant des pépins.

Les principaux agrumes cultivés pour la production de fruit sont : les orangers, les mandariniers, les clémentiniers, les pomelos ; les citronniers.

Le citronnier est un arbuste mesurant entre 5 et 10 m de haut, cultivé dans les régions à climat méditerranéen. Le citronnier présente des feuilles vert foncé, ovales, luisantes sur le dessus et des fleurs blanches. Le fruit, d'un vert sombre au début, devient jaune en grossissant. Le citronnier est capable de fructifier plusieurs fois par an et de façon abondante. Loussert (1989)

Le citron est riche en sels minéraux (teneur élevée en Calcium 25 mg/100g), en vitamines C (52 mg/100 g) et P, le jus contient essentiellement trois acides : malique, ascorbique, citrique.

Le citronnier possède une grande faculté d'adaptation mais cependant il est, avec le cédratier, l'agrumes le plus sensible au froid (des gelées de - 3°C détruisent les feuilles et les jeunes plants, les arbres âgés résistent à - 8°C).

#### I I. Situation actuelle des verger agrumicole en Algérie :

Les agrumes possèdent de nombreuses vertus, leur teneur élevée en vitamines, leur faible apport calorique et leur potentiel antioxydant font de ces fruits un aliment très demandé au niveau mondial; leurs bienfaits sur la santé prônées par la médecine chinoise, ont été reconnus par de nombreuses études scientifiques. Les cédrats, citrons et oranges amères sont des fruits connus du Bassin Méditerranéen depuis l'époque Romaine; l'introduction d'autres espèces d'agrumes sous forme de fruits et de graines dans cette région est très ancienne et fait suite aux échanges commerciaux par les Arabes à travers la route de la soie.

En Algérie, le développement de la culture commerciale des agrumes est relativement récent, bien que la présence du bigaradier a été rapporté déjà dans l'empire des almohades et embelli les jardins des Beys dans les Casbahs pendant l'occupation Ottomane; par contre les orangers furent sans doute introduits d'Andalousie quelques siècles après. puis au début du XXe siècle, fut découverte la clémentine dans la région de Misserghin, une espèce très prisée par le consommateur jusqu'à aujourd'hui. Dans le passé, l'Algérie était considéré comme un pays exportateur d'agrumes de qualité; dans les années 50, le pays était l'un des rares du bassin Méditerranéen qui possédait des parcs à bois soumis à un contrôle sanitaire et variétal; malheureusement, en raison d'une réorganisation insuffisante dans les années 1970, la superficie cultivée et la

## CHAPITRE V : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

### *Citrus limonum*

---

production des agrumes a considérablement diminué au cours des 30 dernières années. (madr,2011)

Aujourd'hui les vergers d'agrumes se concentrent principalement dans les plaines irrigables de la Mitidja, du Chellif, de Habra et Mascara ainsi que le périmètre de Bouna Moussa et la plaine de Safsaf ; cependant le pays n'arrive même pas à satisfaire les besoins locaux, relégué loin derrière les grands pays exportateurs de ce fruit, se voyant même dépasser par ses voisins Marocains et Tunisiens qui conservent leur présence sur le marché international de ce produit très apprécié par les consommateurs. Le vieillissement des vergers, leur état sanitaire, l'arrachage anarchique provoqué par l'urbanisation, la salinité des terres, le manque de main d'œuvre serait à l'origine des baisses enregistrées dans la production des agrumes ces dernières années.

Compte tenu de l'importance socio-économique du secteur de l'agrumiculture en Algérie et de la disponibilité d'un patrimoine génétique inestimable, les décideurs comptent lui réserver une attention particulière en vue de le réhabiliter.

-Le verger agrumicole algérien couvre 63 000 ha. La production (oranges principalement, mandarines, clémentines, citrons) a été de 1,1 millions de tonnes en 2010/2011<sup>2</sup>. Elle est pour sa quasi totalité destinée au marché national. On trouve des agrumes dans la plupart des régions du pays, mais la Mitidja qui concentre 38 % de la production nationale demeure la région agrumicole par excellence.

### III.LES DIFFERENTES VARIETE DE CITRUS :

#### III.1.Le Bigaradier (*Citrus Aurantium*) :

Le Bigaradier est un des types du genre Citronnier-oranger, désigné par (Poiteau et Risso) sous le nom de *Citrus bigaradia* (*C. vulgaris*); il se distingue par ses rameaux épineux, ses feuilles elliptiques et son fruit, la bigarade, de moyenne grosseur, à surface tourmentée, un peu rude, rouge orangé foncé, présentant une écorce amère et odorante, un suc acide amer. (praloron,1971)

#### III .2.Le Bigaradier franc :

,originaire de la Chine et de l'Inde, se cultive particulièrement en Andalousie, d'où l'écorce des bigarades est envoyée aux Pays-Bas pour y fabriquer la liqueur connue sous le nom de curaçao. Les fleurs de cette variété sont fort recherchées pour la préparation l'eau distillée et d'huile essentielle (praloron,1971).

#### III .3.Le Citronnier (*Citrus limon*) :

Cet arbuste, que l'on appelle également Limonier et que plusieurs auteurs ont pu considérer comme une simple variété du *Citrus Aurantium* ou *Bigaradier*, est originaire, pense-t-on, du nord-ouest de l'Inde. Il croît en tout cas spontanément dans la partie de l'Inde située au delà du Gange, d'où il a été successivement répandu, par les Arabes, dans toutes les contrées qu'ils soumièrent à leur domination. Les Croisés le trouvèrent en Syrie et en Palestine vers la fin du XIe siècle et le rapportèrent en Sicile



## CHAPITRE V : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

### *Citrus limonum*

---

et en Italie. Il se répandit dans le reste de l'Europe vers la fin du XVe siècle. Il est abondamment cultivé dans toute la région méditerranéenne, ainsi qu'aux Canaries et aux Açores. Sa hauteur ne dépasse pas ordinairement trois ou quatre mètres. Ses jeunes pousses et ses bourgeons sont d'un pourpre rougeâtre. Les feuilles, ovales-aiguës, sont souvent accompagnées, à leur aisselle, d'épines aiguës. Les fleurs, assez longuement pédonculées, sont blanches en dedans et plus ou moins teintées, en dehors, de pourpre vineux ou rosé. Ses fruits, bien connus sous le nom de citrons ou limons, sont ovoïdes et terminés supérieurement par un mamelon conique.

#### **III .4.Le Bergamotier (*Citrus bergamia*) :**

Le Bergamotier ordinaire a été désigné sous le nom de *Citrus bergamia vulgaris*, par Risso et Poiteau. On nomme bergamotes les fruits qu'il produit (à ne pas confondre avec la variété de poires du même nom). C'est un arbre à rameaux menus ou munis d'épines courtes. Ses feuilles, à pétioles quelquefois ailés, sont oblongues, dentées, acuminées, obtuses; ses fleurs, petites, très odorantes, ont 30 étamines; ses fruits d'un jaune pâle, à vésicules concaves, sont souvent en forme de poire; leur pulpe est un peu acide et d'un goût très agréable. (praloron,1971)

#### **III .5.Le Limettier (*Citrus limetta*) :**

Très proche du Bergamotier, le Limettier est un arbre à rameaux épineux probablement originaire de l'Inde et cultivé dans toute la région méditerranéenne. Ses fruits, appelés limettes ou limes, sont ovales, arrondis et terminés par un mamelon; ils contiennent tous une écorce jaune pâle, une pulpe aqueuse douceâtre, d'une saveur assez agréable, quoique plus ou moins amère.

#### **III .6.Le Cédratier (*Citrus medica*) :**

Le Cédratier est un arbuste, considéré aujourd'hui comme une espèce distincte, mais dans lequel on a aussi vu, dans le passé, une variété du Citronnier proprement dit (*Citrus limonum* Risso). On l'appelle également Citronnier des Juifs. C'est le *Citrus Cedra* de J.-B. Ferrarius (Hespérides, 1646, tab. 59, 64, 63), le *Citrus medica Cedra* de G. Gallesio (Traité du Citrus, 1814, p. 87), et très probablement la véritable Pomme de Médie des Anciens. On le croit originaire de l'Inde, d'où sa culture se serait répandue de très bonne heure dans l'Asie occidentale, surtout en Mésopotamie, il est maintenant naturalisé dans beaucoup de localités de la région méditerranéenne. (PRALORON,1971)

#### **III .7.Le Pamplemoussier (*Citrus maxima*) et le Pomelo (*Citrus paradisi*) :**

On nomme Pamplemoussier (*Citrus maxima*) une variété d'arbres souvent épineux à feuilles coriaces, épaisses, portées sur de longs pétioles, très dilatés; à fleurs très grandes; fruits, qui atteignent de très grosses dimensions, arrondis ou en forme de poire, colorés d'un jaune pâle et présentant une écorce lisse à vésicules planes ou convexes; la pulpe, légèrement verdâtre, est peu abondante et

## *CHAPITRE V : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE*

### *Citrus limonum*

---

sapide. Le Pamplemoussier s'élève quelquefois à la hauteur de 8 mètres; il est originaire de l'Inde, et fut transporté en Amérique par le capitaine Shaddock, d'où lui est venu aussi le nom de Schaddeck donné au Pamplemousse outre-Atlantique. (praloron,1971)

#### **III .8.L'Oranger (*Citrus sinensis*) :**

L'Oranger proprement dit, qui fournit les oranges douces, est sans doute l'agrume le plus important. D'un point de vue strictement botanique, il est très proche du Bigaradier, et seules les distinguent leurs saveurs du fruit, douce pour l'Oranger, amère pour le Bigaradier. Les orangers se distinguent plus nettement des citronniers, cédratiers, limettiers, etc., par leurs fleurs entièrement blanches, leur fruit jamais allongé, sans mamelon au sommet, à peau peu ou point bosselée, médiocrement adhérente avec la partie juteuse, et des Pamplemousses par l'absence complète de poils sur les jeunes pousses et sur les feuilles, par un fruit moins gros, de forme sphérique et de peau moins épaisse(praloron,1971).

#### **III .9.Le mandarinier (*Citrus reticulata*) :**

Le Mandarinier, ou Oranger des Mandarins, était autrefois considéré comme une variété d'Oranger. Son fruit, la mandarine a, elle, une saveur propre, qui, de fait, se rapproche de celle de l'orange douce, mais elle est plus petite, bosselée à la surface et déprimée en dessus; de plus sa peau, peu épaisse, est d'odeur forte, sa chair a presque toujours un aspect sanguinolent. La clémentine est un hybride de mandarine et d'orange (praloron,1971).

### **IV.CLASSIFICATION SYSTEMATIQUE : (Guignard, 2001)**

Règne: Végétal

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Eudicotylédones

Ordre : Rutales

Sous- classe : Rosidées

Famille : Rutaceae

Genres : Poncirus, Fortunella, Citrus (sexuellement compatibles entre eux)

- *Le genre Fortunella* : petits fruits qui se mangent avec la peau (Kumquat)

- *Fortunella japonica* (T) Kumquat rond.

- *Fortunella margarita* (L) Kumquat ovale.

- *Le genre Poncirus* : ils sont utilisés comme porte-greffes (fruits non comestibles)

- *Poncirus trifolia* (L).

- *Le genre Citrus* Linné : toutes les autres espèces d'agrumes (16 espèces dont chacune contient plusieurs variétés ou cultivars).

- *Citrus aurantium* (L), bigarade

- *Citrus sinensis* (L), oranger doux

## CHAPITRE V : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

### *Citrus limonum*

---

- *Citrus reticulata* (L), mandarine
- *Citrus clementina* (L), clémentine
- *Citrus medica* (L), cédratier
- *Citrus paradisis* (racf), pamplemousse
- *Citrus limonum* (L), citronnier

#### **V.LES HUILES ESSENTIELLES :**

##### **I.généralité :**

Les plantes aromatiques sont, depuis des millénaires, utilisées à des fins diverses sur tous les continents. Par exemple, elles sont employées dans l'alimentation (épices, condiments, herbes aromatiques), en médecine pour guérir certaines maladies ou encore en parfumerie. Ces connaissances ancestrales se sont transmises de génération en génération et à l'heure actuelle, on s'appuie encore très souvent sur ce savoir pour valoriser les plantes aromatiques et leurs produits dans un large axe « Plantes, santé, bien-être »

Selon la pharmacopée européenne, une HE est un : « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage.

##### **I I. Procédés d'extraction :**

###### **1 – Historique :**

Depuis longtemps, les hommes avaient cherché le moyen de séparer les éléments huileux des produits aromatiques. Ils réussirent en soumettant la matière à l'action de la chaleur. Les substances aromatiques étaient transformées en vapeur ; il suffisait de les recueillir et de les refroidir pour les obtenir sous forme liquide. Ce procédé qui se faisait à feu nu, prit le nom de distillation. Il était certainement connu des Chinois et des Indiens depuis 20 siècles avant J.C.

Les Egyptiens et les Arabes ont prévalu des caractéristiques médicinales et aromatiques des plantes : la conservation des momies, l'aromatisation des bains, la désinfection des plaies avec les onguents, les parfums et la fabrication des boissons aromatiques (Möller, 2008). A l'apogée de leurs conquêtes en Afrique du Nord et en Espagne, les arabes le firent connaître aux Espagnols, lesquels à leur tour le propagèrent en Europe, à travers les possessions du Royaume d'Aragon, échelonnées tout le long des Côtes du Nord de la Méditerranée (Berthier, 1980 ; Möller, 2008).

###### **2 – Définitions :**

les essences ou huiles essentielles, connues également sous le nom d'huiles volatiles, de parfums, etc., sont des substances odorantes huileuses, volatiles, peu solubles dans

## CHAPITRE V : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

### *Citrus limonum*

l'eau, plus ou moins solubles dans l'alcool et dans l'éther, incolores ou jaunâtres, inflammables qui s'altèrent facilement à l'air en se résinifiant. Elles sont liquides à température ordinaire ; quelques unes sont solides ou en partie cristallisées ; elles n'ont pas le toucher gras et onctueux des huiles fixes dont elles se distinguent par leur volatilité. Durvelle (1930, 1893)

#### 3.Principaux paramètres d'extraction :

Les principaux paramètres à prendre en compte dans les opérations fondamentales d'extraction de matières premières naturelles aromatiques sont :

- La volatilité
- La solubilité
- La taille et la forme des molécules constitutives ;
- L'adsorption (payron, 1992).

#### 1.Extraction par expression à froid :

L'expression à froid est exclusivement réservée aux matières premières de la famille des Hespéridés, où l'essence se trouve dans des petites glandes de l'épiderme des agrumes communément appelé « zeste ». Cette technique consiste à dilacérer mécaniquement l'écorce du fruit pour en recueillir, de diverses manières, les essences contenues dans les sacs oléifères (Micheil et Germain , 1998)

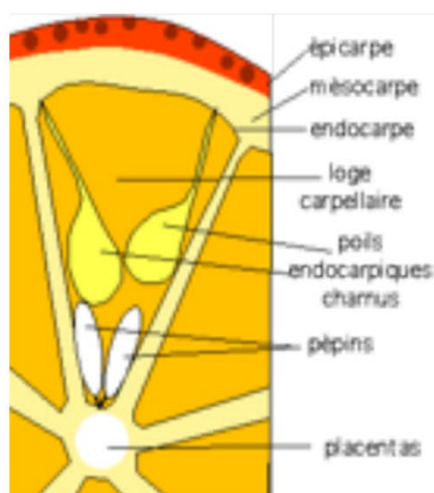


Schéma d'une coupe transversale d'agrumes(Micheil et Germain en 1998)

#### 1.1.Extraction de l'huile essentielle à partir de l'écorce :

## CHAPITRE V : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

### *Citrus limonum*

---

Les premiers procédés d'extraction consistaient à presser l'écorce des *Citrus* pour faire éclater les tissus contenant l'huile essentielle en les frottant sur des récipients dont les parois étaient recouvertes de pics en métal. Puis le procédé dit à « l'éponge » s'est développé: les écorces étaient pressées plusieurs fois contre un assemblage d'éponges naturelles fixées à une bassine en terre cuite. La pression était accompagnée par un mouvement de rotation de la main. Le mélange exprimé était recueilli par essorage des éponges. Finalement par simple décantation, l'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse qui contient aussi des débris produits par la lacération des tissus de l'écorce (Micheil et Germain , 1998).

#### **1.2.Extraction à partie des fruits entiers :**

Avant d'être pressés, les fruits passent dans des machines qui les trient selon leur taille. Cette opération est nécessaire pour améliorer le fonctionnement des extracteurs, obtenir un meilleur rendement et une huile essentielle de meilleure qualité.

Les *Citrus* sont séparés en trois parties de base : l'huile essentielle, le jus et l'écorce. Il existe trois méthodes fondamentales pour extraire l'huile essentielle des *Citrus* à partir des fruits entiers, les deux premières étant les plus utilisées :

- système séparant l'huile essentielle et le jus en une seule opération (FMC) ;
- l'extraction de l'huile essentielle des fruits entiers précède l'extraction du jus (« pélatrice spéciale ») ;
- l'extraction du jus précède celle de l'huile essentielle.

#### **2.L'extraction par le CO2 supercritique (CO2) :**

C'est une des méthodes les plus récentes. L'extraction par CO2 supercritique consiste à envoyer dans une enceinte fermée contenant les plantes un courant de CO2, qui, par augmentation de pression, fait éclater les « poches à essence » et entraîne les substances aromatiques. Cette méthode d'extraction serait, pour le moment, la plus fiable quant à la qualité et restituerait l'essence naturelle.

Cependant, elle reste coûteuse.

L'originalité de ce procédé d'extraction réside dans le type de solvant employé: le CO2 supercritique. Au-delà du point critique ( $P = 73,8$  bars et  $T = 31,1$  °C), le CO2 possède des propriétés intermédiaires entre celles des liquides et celles des gaz, ce qui lui confère un bon pouvoir d'extraction, qui plus est, facilement modulable en jouant sur les conditions de température et de pression. Cette méthode présente énormément d'avantages ( Michel St Germain en 1998).

#### **3. Méthodes d'extraction à froid :**

La pression à froid est le moyen le plus simple mais aussi le plus limité. Cette technique d'extraction est utilisée pour obtenir des essences d'agrumes contenues dans les zestes. Autrefois, les fruits étaient frottés manuellement sur des parois garnies de picots d'une écuelle de bois. L'huile exprimée était recueillie à l'aide d'une éponge. Elle était ensuite soigneusement filtrée. Quatre à cinq heures sont nécessaires pour

## CHAPITRE V : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

### *Citrus limonum*

---

traiter une centaine de kilo d'écorces, sans compter les pertes de rendement. Afin d'augmenter le rendement et de réduire les coûts, de nombreux essais ont été effectués pour mécaniser le procédé. En 1908, Perroni-Paladini suivi de Lo Castro, Marisca et, plus tard, Speciale et Indelicato ont inventé des machines ayant une capacité de traitement supérieure (environ 1 tonne/heure). De concepts mécaniques différents, ces machines consistent en deux rouleaux sur lesquels tourne une chaîne spéciale, avec des éléments déformables. Après extraction du jus par "birillatrice", les écorces sont entraînées en tournant entre la chaîne et un plateau horizontal nervuré fixe. Des jets d'eau permettent de récupérer l'essence et l'émulsion est ensuite centrifugée. Ces machines sont appelées « Sfumatrice ». (Dugo et Digiacomo, 2002)

#### **4. Extraction par Détente Eclair (Flash-Détente) :**

La Flash-Détente brevetée par l'INRA en 1993, fut mise au point pour extraire les arômes de bananes, de mangues ou de lichis. La flash détente, est un procédé multiusages, multi-effets (BRAT, 2001). Cette technique se réalise en deux étapes, la première consiste à étuver la matière végétale à 85 – 90°C par l'utilisation d'une vis à injection de vapeur. La seconde est une détente avec introduction brutale sous vide (environ 30 mbar) du matériel végétal (fruits, légumes, plantes, etc.). La température d'ébullition de l'eau dans ces conditions de vide se situe entre 27 et 30°C. composés volatils aromatiques, sont appelées eaux aromatiques et pourront être réintroduites dans les produits après l'extraction par FlashDétente.

### **III .Paramètres influençant la composition quantitative et qualitative des huiles essentielles :**

Les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition, qu'au plan du rendement des plantes d'origine. Cette variabilité est fondamentale car les activités biologiques qui découlent des huiles essentielles peuvent être très différentes. Cette variabilité peut s'expliquer par différents facteurs d'origine intrinsèque, spécifiques du bagage génétique de la plante ou extrinsèque, liés aux conditions de croissance et de développement de la plante. (Garnéro, 1991; Bruneton, 1999; Benini, 2007).

#### **1.Facteurs intrinsèques :**

Une huile essentielle doit avant tout autre chose être rapportée au matériel botanique d'où elle est issue pour éviter toutes dénominations trompeuses du matériel végétal (Bruneton, 1999). L'influence du stade végétatif (Garnéro, 1991; Bruneton, 1999; Stefanini et al., 2006a; Aprotosoia et al., 2010), l'organe de la plante (Maffei et Sacco, 1987 ; Barry, 2001 ; Stefanini et al., 2006a; Chowdhury et al., 2009), les hybridations, les facteurs de mutation, la polyploidie (Garnéro, 1991; Aprotosoia et al., 2010) et le polymorphisme chimique « chimiotypes ou formes physiologiques » (Garnéro, 1991; Anton et Lobstein, 2005; Belyagoubi,

## CHAPITRE V : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

### *Citrus limonum*

---

2006) sont les principaux facteurs intrinsèques qui influencent la composition et le rendement des huiles essentielles.

#### **2. Facteurs extrinsèques :**

Les conditions environnementales influencent aussi la composition des huiles essentielles. La température, la quantité de lumière, la pluviométrie et les conditions édaphiques représentent autant de causes potentielles de variations de la composition chimique d'une plante aromatique donnée (Bruneton, 1999; Mohammad et al., 2009; Olle et Bender, 2010; Aprotosoiaie et al., 2010). Il n'y a pas eu mal des travaux ayant mis en évidence l'influence de l'origine géographique de la matière première (Barry, 2001; Mohammadi, 2006; Marzoukia et al., 2009), les conditions culturales telles que la date de semis, la date de récolte, les traitements phytosanitaires, l'emploi d'engrais, ainsi que les techniques de récolte influencent aussi la composition et le rendement des huiles essentielles (Barry, 2001; Lahlou, 2004; Stefanini et al., 2006a; Benini, 2007; Aprotosoiaie et al., 2010).

#### **IV .La toxicité des huiles essentielles :**

Les huiles essentielles sont présentées, généralement comme « sans danger ». Mais ces substances naturelles sont aussi des composés puissants (Degryse et al., 2008). Par leur composition chimique complexe, les huiles essentielles doivent être utilisées avec une extrême prudence, du fait qu'elles peuvent présenter de très graves dangers lors d'une utilisation aléatoire autonome (Benzeggouta, 2005). Les effets toxiques d'une huile essentielle varient considérablement selon sa nature (Traoré, 2006). Certaines huiles essentielles se révèlent cytotoxiques. Les huiles essentielles du thym et de la lavande, selon la phase dans laquelle elles sont mises en contact ; à titre d'exemple, elles sont avérées cytotoxiques pour des cellules de hamster chinois. Par ailleurs, des huiles essentielles de différentes variétés d'origan ont montré une forte cytotoxicité sur des cellules humaines dérivées du cancer (Pibiri, 2006).

En règle générale, les huiles essentielles ont une toxicité aiguë faible ou très faible par voie orale: une DL50 comprise entre 2 et 5 g/kg pour la majorité des huiles couramment utilisées (anis, eucalyptus, girofle, etc.) ou le plus fréquemment supérieure à 5 g/kg (camomille, citronnelle, lavande, marjolaine, vétiver, etc.) ; d'autres ont une DL50 inférieure à 1g/kg : l'huile essentielle de boldo (0.13 g/kg) ; l'essence de moutarde (0.34 g/kg) ; les essences d'origan et de la sarriette (1.37 g/kg) ; les huiles essentielles du basilic, de l'estragon et de l'hysope (1.5 ml/kg). Tandis que la toxicité chronique est assez mal connue (Bruneton, 1999; Benzeggouta, 2005).

## CHAPITRE V : PRESENTATION DE L'ESPECE VEGETALE

### *Citrus limonum*

---

#### - *Composition chimique :*

les principaux constituants sont le citral dont la teneur varie entre 65 et 86 %, renferment dans la mêmes proportions du néral et du géranial, le myrcène traces jusqu'à 20 %, le camphène traces à 10 % et le géranol 2 à 10 %, ils sont accompagnés d'acétate de géranyle, de linalol, de nérol, de citronellal et de 2-méthylhept-5-èn-2-one (Risch et *al.*, 1997)

#### VI. L'utilisation des huiles essentielles :

Les jeunes tiges sont très tendres et non fibreuses ; cuites à la vapeur comme le poireau ou l'oignon primeur, elles sont consommées comme légume. L'huile essentielle sert à parfumer les produits d'entretien, les désodorisants, les lessives, les savons liquides, les déodorants et les gels douche Dans l'industrie alimentaire, la citronnelle est employée pour aromatiser les pâtisseries et les sucreries ainsi que les limonades C'est également un agent répulsif contre les insectes, notamment les moustique, elle est en outre utilisée pour l'extraction du citral qui sert notamment pour l'hémisynthèse de la vitamine A et d'ionones (Hänsel et *al.*, 1998).

Contre *Varroa jacobsoni*, parasite des colonies d'abeilles, plusieurs travaux ont été menés sur l'effet toxique de certaines essences et de leurs composant (Calderone et *al.*, 1997). Parmi ces derniers, c'est le thymol qui a engendré le meilleur résultat, en addition, il a été démontré que le traitement répétitif en dehors de la période de miellée n'augmente pas les résidus dans le miel et reste sous le seuil de détection gustative qui se situe entre 1,1 et 1,6 mg/kg. Il a été prouvé jusqu'à présent qu'un seul traitement à base d'huile essentielle ou d'un composé est généralement suffisant pour maintenir la population de l'acarien *Varroa* au dessous du seuil de dégât économique pendant toute la saison (Imdorf et *al.*, 1999).

Contre les champignons, les alcools et les lactones sesquiterpéniques sont d'excellents inhibiteurs, ils peuvent émaner de la cannelle, clou de girofle, eucalyptus citronné, géranium, rosat, niaouli, plamarosa, ravensare, tagète, romarin-cinéole et calophyllum.(Wilson et *al.*, 2007) dévoilèrent l'efficacité de 49 huiles essentielles sur *Botrytis cinerea* .

Contre les bactéries (Defoe et *al.*, 2003) avaient étudié la composition chimique de l'huile essentielle *Thymus spinulosus* et réalisé des tests biologiques sur son activité antibactérienne contre des souches de bactérie, les résultats ont montré que les monoterpènes ( thymol) a une propriété inhibitrice de croissance.



## PARTIE EXPERIMENTALE

### 1. Objectif du travail

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet acaricide de l'huile essentielle de la citronnier (citrus limon) sur le *Varroa jacobsoni* parasite d'*Apis mellifera intermissa*, par l'estimation de la mortalité provoqué par les doses (0,25%, 0,5%, 1%) et déterminer la dose la plus efficace pour neutraliser ce parasite afin de protéger l'abeille, qui est une des sources économique importante en Algérie et comparer par celle de l'acide oxalique et apivar.

### 2. Présentation de la zone d'étude

#### 2.1. Critères de choix du site :

Le rucher, qui a servi à notre étude expérimentale, répond à certains critères de choix à savoir :

- Climat et végétation favorable à une conduite apicole.
- Colonies situées dans un endroit facilement accessible.
- L'infestation des abeilles par le parasite *Varroa Jacobsoni*.

#### 2.2. Présentation du site :

Notre étude a été réalisée au niveau de la station expérimental du département des biotechnologies, Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie, Université Blida I. Le rucher comporte dix ruches installées dans un verger constitué d'orangers entouré par les arbres d'eucalyptus et de casuarina.

#### 2.3. Les conditions de travail

Nos essais ont été effectués à 10h du matin, en présence d'ensoleillement, absence des vents, des pluies et de l'abreuvement pour diminuer l'excitation des abeilles et les protéger du changement brusque de l'environnement de la ruche.

### 3. Matériel biologique

#### 3.1. Matériel animal

##### 3.1.1. Les abeilles (l'espèce hôte de l'acarien)

## CHAPITRE I : PARTIE EXPERIMENTALE

---

Nous avons travaillé sur 12 colonies d'abeilles de l'espèce *Apis mellifera intermissa*, cette espèce tellienne est caractérisé par une :

- présence de nervosité extrême lors des manipulations.
- forte vitalité et fécondité.
- tendance extrême à l'essaimage.
- Forte accessibilité aux maladies du couvain (**Adam; 1964**).



**Figure 7** : Présentation de la colonie d'*Apis mellifera intermissa*.

**3.1.2. Le parasite** : l'acarien ectoparasite de l'abeille *Apis mellifera* est le *Varroa jacobsoni* qui provoque la varroase (**Figure. 8**)



**Figure 8** : Abeilles infestées par le varroa

### 3.2. Matériel végétal

#### 3.2.1 L'huile essentielle

- une huile essentielle extraite de la plante *citrus limon* au laboratoire de plantes aromatiques et médicinales, département des biotechnologies, Faculté SNV, université de Blida 1. Une quantité de 15kg de citrons utilisée est achetée au

## CHAPITRE I : PARTIE EXPERIMENTALE

---

niveau du marché local de Ouled Yaich, fraîches et d'aspect appréciable. (Figure.9).



(Figure.9) : citrons jaunes(photo professionnelle2017)

### 4. Matériel non biologique

#### 4.1. Matériels apicoles

##### a. Les ruches

- 12 ruches de type Anshtroum disposées en lignes à côté du verger d'agrumes du département des biotechnologies.



**Figure 10** : Disposition des ruches(photo professionnelle 2017)

\_Les ruches sont Dirigés vers l'exposition nord.

##### b. Equipements apicoles

- L'enfumeur : l'utilisation de l'enfumeur sert à produire de la fumée pour réduire l'agressivité des abeilles et appliqué les traitements à base de fumée des plantes choisies.

## CHAPITRE I : PARTIE EXPERIMENTALE

---

- Lève cadre : sert à décoller les nourrisseurs et les cadres propolisés.
- La brosse : pour débarrasser un cadre de toutes les abeilles.
- Combinaison : pour éviter les piqûres des abeilles.

### c. Matériel utilisé pour le diagnostic

- **Les langes** : qui sont des plaques de longueur 35cm et de largeur 25 cm, inférieure à celle du plancher de la ruche, utilisé dans pour le piégeage du varroa.
- **La graisse** : elle est nécessaire pour enduire les langes sur lesquels tombent et s'engluent les parasites.
- **Traitement chimique** : Apivar et Acide oxalique.

### 4.2 Matériel de laboratoire :

### 5. Méthode

#### 5.1 Méthodes d'extraction :

##### .préparation de la matière première :

Laver soigneusement le citron ; afin d'éliminer au mieux les produits de conservation généralement pulvérisés sur les agrumes.

Les éplucher en évitant de prendre la partie interne blanche de la peau.



**Figure 11** :Les écorces de citron(photo professionnelle2017)

##### .hydro distillation :

Introduire les morceaux dans le ballon de 1l et le remplir a moitié d'eau distillée ; puis

Faire porter à l'ébullition pendant 2 à 3 heures dans l'hydro-distillateur. Sous l'action de la chaleur, les cellules sécrétrices de l'huile essentielle éclatent et libèrent des composés organiques volatils. Les vapeurs hétérogènes (eau+molécules

## CHAPITRE I : PARTIE EXPERIMENTALE

aromatiques) sont condensées en passant dans un serpentin du réfrigérant et redeviennent liquide et recueilli dans une ampoule à décanter à robinet (KHADRI S., 2009).

On observe ensuite et petit à petit, la condensation au niveau du réfrigérant et la formation de gouttelettes jaunes. Qui est d'abord plus légère que l'eau, mais qui devient plus pesante à mesure que la distillation avance. Ceci qui permet à l'huile de descendre au-dessous de l'eau lors de l'extraction et nous oblige de la récupérer rapidement afin de ne pas la perdre (Figure.12).



**Figure 12 :** Matériel (Clévenger) d'hydro-distillation employé pour l'extraction de l'huile essentielle de citron. (photo professionnelle2017)

### 5.2. Détermination du rendement en huile essentielle

Le rendement en huile essentielle est le rapport de la quantité d'huile recueillie après hydro-distillation sur la quantité de la plante à traiter exprimé en pourcentage.

Le rendement est calculé par la formule suivante :

$$R = P_B / P_A \times 100$$

R : rendement de l'huile essentielle en %

PB: quantité de l'huile essentielle en g

## CHAPITRE I : PARTIE EXPERIMENTALE

PA : quantité de la plante en g

### 5.3. Préparation de la solution d'acide oxalique

Préparer le sirop avec 100 ml de l'eau chaud à 60°C environ et le laisser refroidir jusqu'à 30°C, après préparer dans la mesure, 3 grammes d'OA et verser toute dans la fiole, agiter modérément.

### 5.4. Préparation des doses des huiles essentielles

Les concentrations préparées pour l'huile de citrus limon s'est déroulée au niveau du laboratoire de plantes aromatiques et médicinales, département des biotechnologies, Faculté Sciences Naturelles, Université Blida I.

Pour la préparation des dilutions d'huile essentielle, nous avons utilisé un tensioactif « le Tween 80 » à 3%.

Les doses d'huile essentielle préparées dans des fioles jaugées sous agitation est comme suit

- 1<sup>er</sup> dose (D1) : 0.25 g d'HE + 99.75ml de tween + H2O
- 2<sup>ème</sup> dose (D2) : 0.5 g d'HE + 99.5ml de tween + H2O
- 3<sup>ème</sup> dose (D3) : 1g d'HE + 99ml de tween + H2O
- 4<sup>ème</sup> Témoin(T) : 100ml de tween+ H2O

Ensuite, nous avons préparées des lanières en papier buvard de 18cm de long et de 5cm de largeur, imprégnées chacune par 8.5ml des différentes dilutions (D1, D2, D3, Témoin) (**Figure13**).



**Figure 13** : Disposition de lanières en papier buvard portant le traitement, sur les langes graissées. (photos professionnelle2017)

## CHAPITRE I : PARTIE EXPERIMENTALE

Pour le traitement chimique par Apivar, nous avons utilisé 3 lanières par ruche qui sont placées verticalement entre les cadres (**Figure.14**)



**Figure 14:** Disposition des 3 lanières d'Apivar dans la ruche(photo professionnelle2017)

Pour l'acide oxalique, nous avons utilisé 10ml, appliqué par pulvérisation sur la surface de la ruche (**Figure.15**).



**Figure 15:** Pulvérisation du traitement(photo professionnelle2017)

### 5.5. Présentation des lots expérimentaux

Dans le protocole adopté, nous avons travaillé sur 12 ruches infestées par *Varroa jacobsoni*, distribuées en six lots (T : Témoin, D1 : Dilution 0.25%, D2 : Dilution 0.5%, D3: Dilution 1%, AO : Acide oxalique, AP : Apivar), Chaque lot contient deux ruches (Tab.3)

**Tableau 03 :** Le protocole expérimental de traitement

Lots	Ruches	Type de traitement
------	--------	--------------------

## CHAPITRE I : PARTIE EXPERIMENTALE

T	R1, R2	Témoins (sans traitement)
D1	R3, R4	Traité par une dose de 0,25% d'huile essentielle
D2	R5,R6	Traité par une dose de 0,5% d'huile essentielle
D3	R7 ,R8	Traité par une dose de 1% d'huile essentielle
AP	R9 ,10	Apivar
AO	R11,R12	Acide oxalique

### 5.6. Méthode d'estimation du nombre de varroa dans la colonie

Pour recueillir les Varroas morts, nous avons appliqué la méthode de langes graissées mises sur le sol des ruches.

Ce choix repose sur un fait :

➤ La majorité des Varroas qui vont mourir tomberont sur les langes et il sera facile de les dénombrer (**Robaux., 1986**) (**Figure.16**).

Le comptage des Varroas a été réalisé quatre fois par mois, à raison d'une fois par semaine (7 jours) après chaque traitement. L'estimation se fait par une simple division de mortalité journalière, cette valeur multipliée par 90 jours (la durée maximale de vie de la femelle varroa en été). Ce qui nous permis d'obtenir le nombre approximatif de varroa existant dans la colonie (**Robaux, 1986**).



**Figure 16:** Méthode d'utilisation des langes. (photo professionnelle2017)

### 5.7. Méthode d'estimation du nombre d'abeilles dans une colonie

Il nous a été facile d'estimer le nombre d'abeilles dans nos ruches, car un cadre de type Langsteoth contient 250 grammes d'abeilles dont le poids moyen d'une abeille est estimé à 0.1 gramme, donc un cadre aurait 2500 abeilles. (**BERKANI., 1985**)





**Figure 17** : Estimation du nombre d'abeilles dans une colonie. (photo professionnelle2017)

## 5.8. Méthode d'estimation du taux d'infestation d'une colonie

Après avoir estimé le nombre de varroa et d'abeilles dans une colonie, le taux d'infestation de cette dernière peut être évalué comme suit :

Le taux d'infestation initiale ( $D^{\circ}I_0$ ) est obtenu en faisant le rapport :

$$\left( D^{\circ}I_0 = B * 90 / P \right) \longrightarrow \left( D^{\circ}I_0 = (A/29) * 90 / P \right)$$

$D^{\circ}I_0 = C / P$

**A** : correspond au nombre de varroa morts pendant un mois

**B** : correspond à la mortalité journalière de varroa obtenue par une simple division  $A / 29$  jours.

**C** : correspond au nombre de varroa estimé dans une colonie en faisant la multiplication  $C = B * 90$  jours (90 jours correspond à la durée de vie des femelles varroas).

**P** : correspond au nombre d'abeilles estimées dans une colonie.



## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

### 1. Résultats

#### 1.1. Evaluation du rendement des huiles essentielles

L'extraction par hydrodistillation de 500 g de l'écorce de citron *citrus limon* a donné une quantité de 2.5g d'huile essentielle, avec laquelle nous avons calculé le rendement qui est de (0.5%).

#### 1.2. Test de toxicité des huiles essentielles de *Eucalyptus radiata* et *A. sativum* sur l'abeille *Apis mellifera*

Pour ce test, nous avons mis dix (10) abeilles dans une boîte Pétri avec une goutte (1ml) d'huile essentielle à concentration 0.5%, déposée sur la face interne au fond de la boîte qui est couverte par la suite avec un morceau de compresse. Après 30 mn d'observation, nous avons remarqué que les abeilles n'ont présenté aucune anomalie physique ou comportementale, elles se sont envolées à l'ouverture de la boîte. Ce teste montre la non toxicité des deux huiles essentielles pour les abeilles domestiques à cette concentration.

#### 1.3. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches et lots

Les tableaux suivants présentent les résultats des taux d'infestations par le varroa et le nombre d'abeilles dans chaque ruche et dans chaque lot.

##### 1.3.1. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE de citrus limon :

**Tableau 04 :** Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE de citrus limon

Ruches	Nombre de varroa morts après un mois <<A>>	Mortalité moyenne du varroa par jour (B=A/29)	Population de varroa estimée (C=B*90)	Population d'abeilles estimée (P)	Taux d'infestation initial par ruche (%) (d°I <sub>0</sub> = C/P)	Taux d'infestation initial par lot (%)
R1	69	2.37	213.3	15000	0.01422	0.014
R2	113	3.89	350.68	25000	0.01402	
R3	321	10.7	963	10000	9.63	9.93
R4	683	22.76	2048.4	20000	10.24	8.97
R5	274	9.44	850.34	12500	7.30	
R6	621	20.7	1863	17500	<b>10.64</b>	1.06
R7	120	4.13	372.41	17500	2.12	
R8	54	1.86	167.58	25000	<b>0.0067</b>	3.85
R9	89	3.06	276.21	20000	1.38	
R10	160	5.51	496.55	12500	3.97	1.67
R11	167	5.56	500.4	25000	2	4.24
R12	275	9.48	853.4	15000	5.7	
Somme	2946	101.58	9142.75	320000	0.028	4.24
X±σ	299.2±156.9	10.01±8.5	903.26±393.86	17777.78±5549.83	5.60±0.79	5.60±0.79

D'après le tableau n°4, nous remarquons que toutes les colonies du rucher sont parasitées par le varroa et présentent un degré d'infestation qui varie de 0.0067% à 10.64%, soit une moyenne de 5.32%. Cette intensité de l'infestation est très hétérogène au niveau des ruches et des lots.

Nous avons enregistré :

- Sept ruches avec un taux d'infestation variant entre 0.0067% à 3.97%, (<5%).
- Trois ruches avec taux d'infestation entre 5.7% et 9.63%, (entre 5% et 10%).
- Deux ruches avec un taux d'infestation entre 10.24% à 10.64%, (supérieur à 10%).

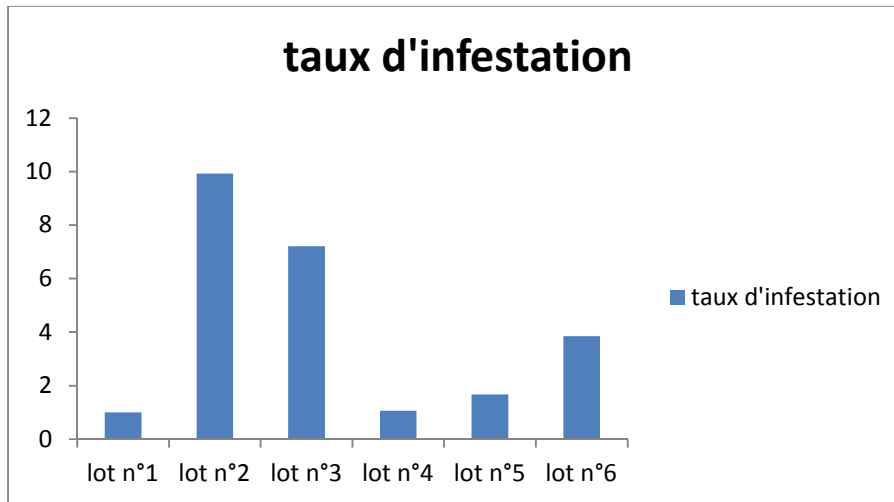
On compare ces résultats à ceux présentés par plusieurs auteurs notamment Ritter ; 1983 cité par Robaux (1986), les sept premières ruches présentent une infestation faible, les varroas ne sont pas facilement visible et la colonie est considérée comme étant faiblement parasitée et aucun traitement ne s'impose dans l'immédiat.

Les trois deuxièmes ruches présentent une infestation assez élevée, mais les symptômes ne sont pas encore apparents, ces colonies risquent de passer un hivernage difficile si aucun traitement n'est planifié.

Pour les deux ruches suivantes, cette colonie a des symptômes évidents. Si le diagnostic est fait au printemps, la colonie ne passera pas l'hiver car elle est fortement atteinte et les troubles apparus au sein de la colonie deviennent évidents et, sont surtout d'ordre morphologique et le renouvellement des abeilles n'est pas assuré avec un grand risque d'effondrement de la colonie.

### **1.4.2 Estimation du taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE de citron**

Les résultats présentés dans la figure 18 montrent le taux d'infestation des différents lots avant traitement par l'HE de citron. Le lot n° 2 est plus infestée avec un taux d'infestation de 8.97% . Le lot n° 6 a une infestation moyenne et les lots 1 et 4 ont une faible infestation par rapport aux lots précédents.



**Figure 18:** Histogramme représente le taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE de citron

### 1.5. L'évaluation de la mortalité de varroas dans différentes ruches

Dans cette partie nous vous présentons la variation de la mortalité de varroa au niveau des ruches et des lots traités et non traités par le huile essentielle de citronnier.

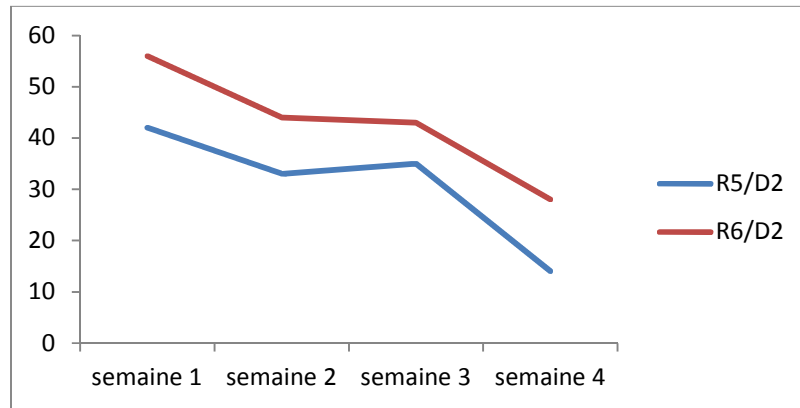
#### 1.5.1. L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'HE de citron :

##### A. Traitement à la concentration 0.5% (Lot n° 3/D2)

Selon la figure 18, nous avons noté une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la 1<sup>ère</sup> application du traitement.

Mais les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir de la 2<sup>ème</sup> semaine.

On observe que la dose D2 dans la ruche 2 a provoqué un taux de mortalité élevé qui augmente de la première semaine à la quatrième semaine de traitement. L'effet acaricide le plus remarquable est observé après le premier traitement, qui continue à croître jusqu'à atteindre 79% de mortalité. Ceci revient à la population d'abeille qui est importantes et égale à 17500.



**Figure 19 :** Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de citron à la concentration 0.5%

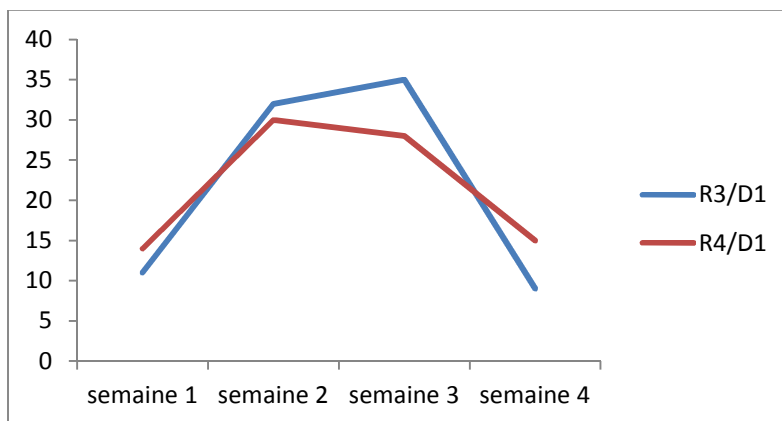
### **B. Traitement à la concentration 0.25% (Lot n° 2/D1)**

La figure 19 montre que nous avons une chute considérable de varroas durant les sept 1<sup>ers</sup> jours qui, ont suivi la 1<sup>ère</sup> application de traitement, une augmentation de la chute de ces acariens à partir de la 2<sup>ème</sup> semaine est observée après la 2<sup>ème</sup> application. Les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir la 3<sup>ème</sup> semaine pour la ruche 7.

Pour les ruches 7 et 8, nous remarquons une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la 1<sup>ère</sup> application de traitement. Mais les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir de la 2<sup>ème</sup> semaine, ensuite le nombre de varroa morts diminue avec le temps.

On note un pic (3<sup>ème</sup> semaine), période qui correspond à l'émergence de jeunes abeilles de leur cellule qui engendre la libération de jeunes varroas sensible et succombent aussitôt au traitement.

On observe que la dose D1 a provoqué dans la ruche 7 un taux de mortalité élevé qui augmente de la première semaine à la quatrième semaine de traitement. L'effet acaricide le plus remarquable est observé après le premier traitement, qui continue à croître jusqu'à atteindre 32% de mortalité. Ceci revient à la population d'abeille qui est importantes et égale à 25000.



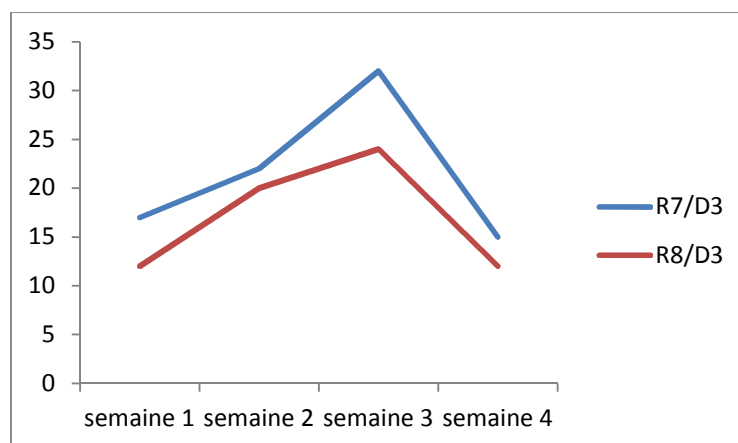
**Figure 20:** Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de citron à la concentration 0.25%

### C. Traitement à la concentration 1% (Lot n° 4/D3)

La figure 20 montre que nous avons une chute considérable de varroas durant les sept 1<sup>ers</sup> jours qui ont suivi la 1<sup>ère</sup> application de traitement, une augmentation de la chute de ces acariens à partir de la 2<sup>ème</sup> semaine est observée après la 2<sup>ème</sup> application. Les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir la 3<sup>ème</sup> semaine.

On note un pic (3<sup>ème</sup> semaine), période qui correspond à l'émergence de jeunes abeilles de leur cellule qui engendre la libération de jeunes varroas sensible et succombent aussitôt au traitement.

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R8/D3).



**Figure 21 :** Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de citron à la concentration 1%

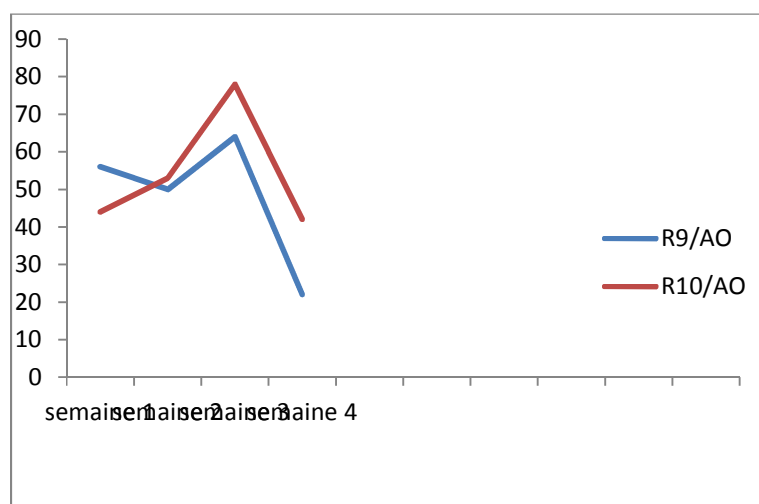
### 1.5.1\* Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO)

Selon la figure 21, nous avons noté une chute considérable de varroas durant les sept jours 1<sup>ers</sup> qui ont suivi la 1<sup>ère</sup> application de traitement. Une diminution considérable de varroas est observée à la 2<sup>er</sup> application, suivi d'une augmentation de varroas morts à la 3<sup>ème</sup> application.

Mais les comptages ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir 4<sup>ème</sup> semaine.

On note un pic (3<sup>ème</sup> semaine), période qui correspond à l'émergence de jeunes abeilles de leur cellule qui engendre la libération de jeunes varroas sensible et succombent aussitôt au traitement.

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R9/AO).



**Figure 22 :** Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'acide oxalique (AO).

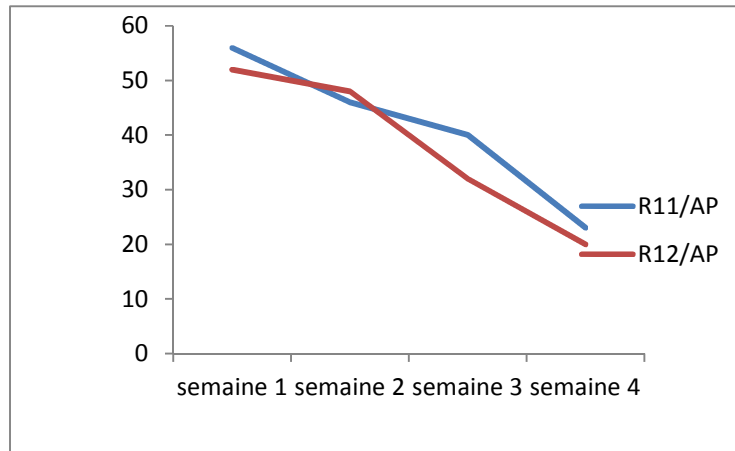
### 1.5.1\* Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Api var (lot n°6/AP)

Selon la figure 22, nous avons noté une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la 1<sup>ère</sup> application du traitement.

Mais les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir de la 2<sup>ème</sup> semaine.



On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R11/AP).



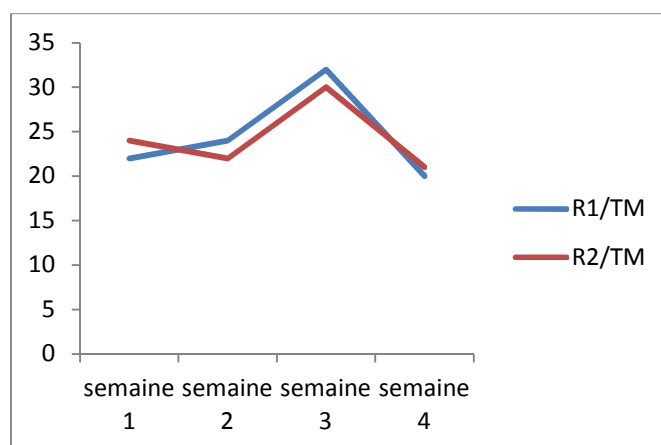
**Figure 23** : Evolution de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par Apivar (AP).

### 1.5.1\* Témoin (lot n°1/TM)

Sur la figure 23, on note un grand pic à 2<sup>ème</sup> semaine pour la ruche 1, ce peut être expliqué par le taux d'infestation élevé. Ensuite le nombre de varroas morts diminue avec le temps.

Pour la ruche n°2, on observe 2 pics à 3<sup>ème</sup> semaine, ensuite le nombre de varroas morts diminue avec le temps.

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R1/TM1).



**Figure 24**: Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches (lot témoin)

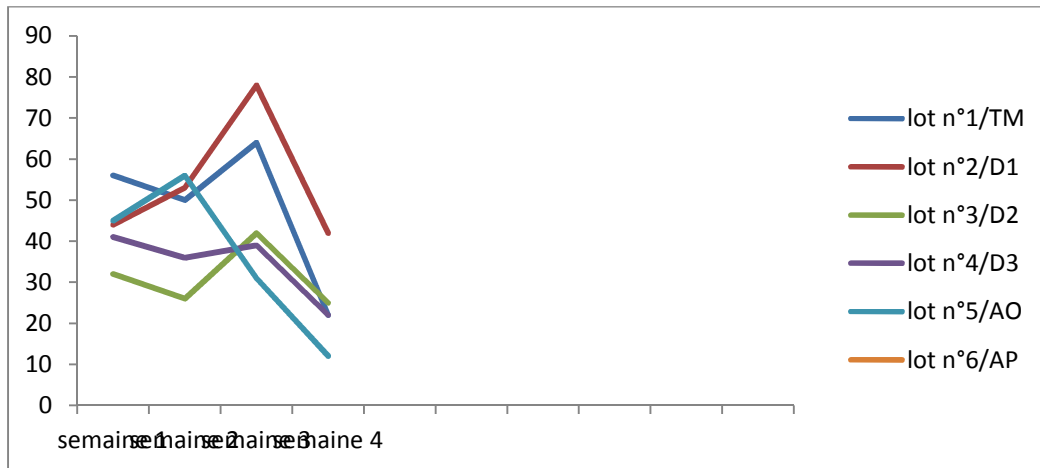
### 1.5.1\* Comparaison entre les lots

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

La figure 24 montre que l'effet acaricide est positif sur le *Varroa jacobsoni* chez les lots n°6 et n°5 avec une supériorité de la mortalité du varroa montrée par le lot n°6.

Par rapport aux résultats des lots n° 2,3 et 4, la dose D1 dans le lot 2a provoqué un taux de mortalité élevé.

Le lot témoin montre qu'il existe une mortalité naturelle de varroas, soit par vieillissement ou à cause d'une chaleur élevée et même a cause la saison.

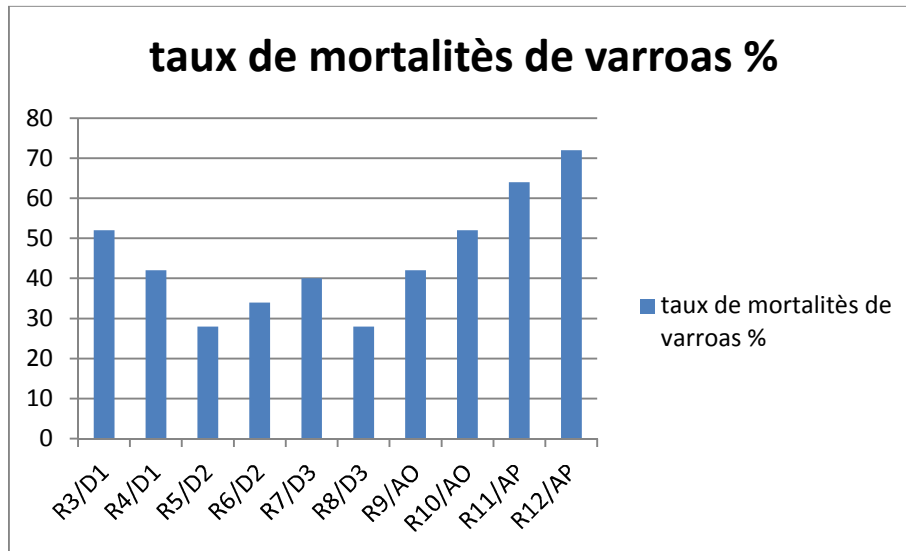


**Figure 25 :** Comparaison entre le taux de mortalité des 06 lots

### 1.6. Le pouvoir acaricide des huiles essentielles après un mois d'exposition au traitement

#### 1.6.1. Le pouvoir acaricide après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle de citron

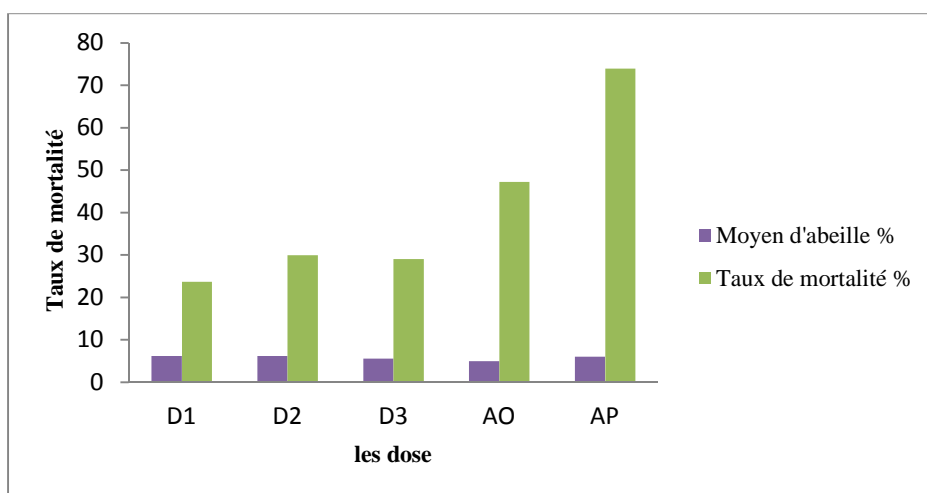
La figure 25 montre que l'huile essentielle de citron à un effet toxique sur le *Varroa jacobsoni*, mais le meilleur résultat est obtenu surtout sur les ruches R4/D1, R7/D3 avec un taux de mortalité de 32.5% ; 33. 6% respectivement, Le traitement chimique effectué par l'acide oxalique et l'apivar a donné des résultats meilleurs que celle de plante utilisée (taux de mortalité de R12/AP : 72.56% et R10/AO : 52.2%).



**Figure 26 :** Evaluation des taux de mortalité des ruches traitées avec l’huile essentielle de citron et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).

### 1.6. Evaluation des taux de mortalité dans les lots traités avec l’huile essentielle de citron et les produits chimique (Apivar et acide oxalique)

Selon la figure 26, toutes les concentrations ont montré une activité acaricide, mais la dose D2 présente le taux de mortalité le plus élève par apport à D1 et D3. Comparant au produit chimique, ce dernier a donné un taux de mortalité plus important mais n’est pas très loin de celui des doses.



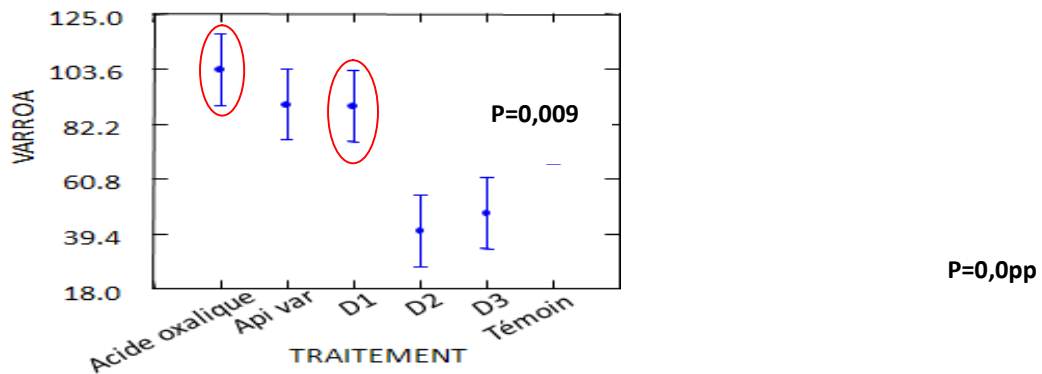
**Figure 27:** Evolution de taux de mortalité des lots traités avec l’huile essentielle de citron et les produits chimique (Apivar et Acide oxalique).

**1.7. Résultats de l'analyse statistique de la variance par le test GLM (General linear model) de l'effet des huiles essentielles sur la régulation des populations du varroa parasite de l'abeille domestique *Apis mellifera***

Cette analyse permet de mettre en évidence l'effet de chaque facteur (huile, durée de traitement à part sur la mortalité du varroa

**A. Huile de citron**

L'analyse de la variance montre que, la différence entre l'effet des différents traitements et est très significative ( $p=0,009$  ;  $p<5\%$ ) et entre les périodes de traitements est significative ( $p=0,013$ ,  $p<5\%$ ) sur le nombre de varroa parasitant les ruches d'abeilles (Figure 28)



**Figure 28:** Analyse de la variance par le test GLM sur la mortalité de varroa après traitement par l'huile essentielle de citron durant un mois.

**2. DISCUSSION :**

Depuis l'apparition de la varroase, de très nombreux chercheurs travaillant sur le varroa et n'ont pas manqué d'imagination pour lutter contre l'acarien avec toutes sortes de méthodes et toutes les molécules dont ils pouvaient disposer dans leur pays où ils travaillaient (**Faucon, 1992**). Actuellement en Europe, plusieurs produits sont appliqués, les plus utilisés sont à base de Fluvalinate et d'Amitraz. Il est à signaler qu'à l'heure actuelle aucun traitement ne s'est montré efficace à 100%.

Cependant l'utilisation des produits acaricides lors du traitement chimique « varroacides » pose le problème de la formation des résidus dans les produits de la ruche, étant donné que les colonies d'abeilles doivent être traitées chaque année.

Les plantes sont capables de produire des substances naturelles très variées, en effet, en plus des métabolites primaires classiques (glucides, protéines, lipides, acides nucléiques), elles synthétisent et accumulent perpétuellement des métabolites secondaires dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représente une source immense de molécules pouvant être exploitées dans différents domaines entre autres la phytoprotection ( **Auger et Thibout , 2002**).

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

Dans notre travail, On a choisie la plante de *citrus limon* :

➤ L'huile essentielle de citron a été extraite à partir des écorces de citron par la méthode d'hydrodistillation, cette dernière nous a permis de récupérer un rendement en huile essentielle de 0.5%.

Nos résultats du traitement antiacarien ont révélé une forte activité acaricide deshuile essentielle de *citrus limon*.sur le *Varroa jacobsoni* parasite de l'abeille domestique *Apis mellifera*. Cette activité acaricide varie en fonction de la dose et la période d'exposition au traitement.

Après le traitement, nous avons constaté que le taux de mortalité effectué avec l'huile essentielle de *citrus limon* donné un meilleur résultat par la dose D1 : 0.25% qui correspond à 32.56%. Ce résultat est inférieur celui de **Harouz (2015)** qui a obtenu 51.20% par l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*.

Après le traitement par produit chimique, le taux de mortalité effectué avec l'apivar, a donné un meilleur résultat durant la période de traitement par le citron qui correspond à 82.5%. Ce résultat est très proche de celui de **Rickli et al., (1991)** qui a obtenu 99%.



## CONCLUSION

---

Depuis longtemps, la lutte contre la varroise est basée sur l'utilisation des acaricides de synthèse. L'usage de ces molécules chimiques a causé des problèmes tel que les résidus de ces substances dans le miel et la cire, le blocage de la ponte et l'accroissement de la résistance du parasite.

Dans le présent travail, on s'est intéressé à l'effet acaricide de *Citrus limonum*.

afin de les valoriser en lutte biologique.

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure que:

- Au début de l'expérimentation, le taux d'infestation initiale de varroa varie de 0.0067% à 10.64%, soit une moyenne de 5.32%.pour les ruchers destinés aux traitements par l'huile essentielle de citron respectivement. Cette variation est liée au nombre d'abeilles dans le couvain.
  
- Les traitements effectués ont montré un effet acaricide l'huile essentielle de *citrus limonum* qui a donné un taux de mortalité meilleur 32.56% par la dose D1 :0.25%, le traitement chimique effectué par l'acide oxalique (58.88%) et l'apivar (83.36%) a donné un résultat meilleur mais proche de celui de citron.
- L'analyse statistique des données prouve que les traitements par l'huile essentielle de *citrus limonum* ont un effet très significatif ( $P=0,009 < 0,05$ ).  
En comparaison entre les ruches, la différence de mortalité provoquée est très significative selon l'effet dose et la durée d'exposition au traitement.  
Nous concluons que l'efficacité des huiles essentielles est liée, à la dose utilisée et la durée d'exposition.  
Le citron présente un effet meilleur à la dose D1 et après la première semaine de traitement, mais l'effet est moins que celui des produits chimiques acides oxaliques et apivar.  
Les témoins ont présentés un taux de mortalité inferieure à celui des lots traités.

En fin de compte, le traitement a base d'huile essentielle de citron s'est révélé efficace dans nos condition d'expérimentation, et sans effet néfaste sur le développement des colonies et mérite d'être proposer comme un bio-acaricide contre la varroase, un traitement naturel et simple, sans inconvénients d'une part et d'autre part d'être suivi

## CONCLUSION

---

avec d'autres travaux de recherche (augmentation de la dose de traitement plus de 0.75 % et moins de 1%) et un sur très grand nombre de ruches.



# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **AGGUINI F et BENIDIR S., 2005** : L'abeille et ses maladies
3. **ALBISETTI J et BRIZARD A., 1982** : notions essentielles de pathologies apicoles, vade-mecum de l'apiculture spécialiste .Ed de l'O.P.I.D.A Paris
4. **ANONYME., 2003** : METHODES DE PRELEVEMENT ET LES PATHOLOGIES DOMINANTES EN APICULTURE .I.N.M.V.Alger
5. **ANONYME., 1987** : SITUATION ET BILAN DE L'APICULTURE M.A.P .
6. **AYAD R et AOUDIA N., 1998** : Efficacité thérapeutique de quelques plantes a propriété acaricide vis-à-vis de varroase : varroa jacobsoni .thés.ing.Agron.INA el harrach ;83p .
7. **BALL B., 1988** : Association de Varroa jacobsoni avec les maladies à virus des abeilles. la santé de l'abeille, n°108 .
8. **BENHAMOUDA., 1989** : Situation sanitaire des colonies d'abeilles dans la mitidja cas de la Varroase
9. **BIRI M.(2010)**. tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Edition de Vecchi. Paris, 13-101.
10. **BORCHERT A., 1970** : Les maladies et parasites des abeilles .Ed .de vecchi S.A Paris .
11. **BOUGUERA R., 1995** : Influence de la Varroase sur l'état sanitaire de la ruche. Thèse d'ingénieur en agro, promotion 1995 de l'institut national d'agronomie d'Alger :93p.
12. **BRUNEAU E.(2004)**. Les produits de la ruche.
13. **CHAUDIERE M., 1988** : L'énergie solaire contre la Varroase, les quatre saisons du jardinage, n°50 : p58-60.
14. **COLIN E et AL., 1983** : Etude du premier foyer français de Varroatoxose de l'abeille .bull .acad.vet.De France 56 : p89-93.
15. **COLIN E et VANDAME R., 2003** : Abeilles européennes et abeilles africainisées au Mexique : la tolérance au Varroa jacobsoni I.N.R.A. STATION DE ZOOLOGIE ET APIDOLOGIE .
16. **DEFAVAOX M., 1984** : Les acariens et les insectes parasites et prédateurs des abeilles Apis mellifica intermissa .En Algerie .BULL. ZOOL . Agric.INA n°8 : p13-21.
17. **Fernandez et coineau, 2002**: La varroatoxose .l'abeille de France n°729, pp,338-347.
18. **FRISS I, CAMAZINE S, SNEYD J., 1994**: Population dynamique of varroa jacobsoni a model and a review .Bee word 75.pp 5-22.
19. **GRIFFITHS ET BOWMAN., 1981** : Un rucher naît :40 leçon d'apiculture .Ed .librairie vulgarisation Paris .
20. **GROBOV O.F., 1977** : La varroase de l'abeille mellifère .Apicta (Bucharest) :P11,P14-148.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

21. **GOODWIN M ET VAN EATON C., 2001**: Control of Varroa , a guide for New Zealand Beekeepers :P40-52.
22. **HANLEY A et DUVAL J. 1995** : La Varroase des abeilles .AGRO-BIO-370-08 :P3-11.
23. **HARBADJI M, NAQUI A ., 1996** :Etude de l'efficacité thérapeutique de quelques plantes acaricides vis-à-vis de la Varroase .Thèse ing.Agro.INA EL HARRACH .93P.
24. **HAUK G., 1991**: Beekeeping-Ancient art modern Crisis, biodynamics, n°176:P30-36.
25. **HUSSEIN M.H. ,2001** :L'apiculture en afrique, les pays du nord, de l'est et de l'ouest du continent .Apiacta 1 :P43-48.
26. **INSTITUT NATIONALE DE LA MEDECINE VETERINAIRE. ,2003** : Les méthodes de prélèvement et les pathologies dominantes en apiculture I.N.M.V.Alger.
27. **JEAN MARIE P. ,1994** : Le guide de l'apiculture.
28. **JEAN PROST P. ,1987** :L'apiculture.
29. **KEFFUS J., 1998** : Recherche de souches d'abeilles tolérantes à Varroa jacobsoni.Apidologie 14.PP. 137-142.
31. **PLATIERE B.A.E., ADELER et PEGUIN P, 1987** :Varroase,fléau des ruches. L'apiculture en sursis.nature et progrès, n°98 :P 10-15.
32. **PEGUIN P., 1988** :L'apiculture biologique face au varroa .nature et progrès n°123 :27-28.
33. **POPA., 1982** : La Varroase des abeilles, une menace pour l'apiculture mondiale. Revue mondiale de ZOOt,n°42,pp.,2-10.
34. **RADEMACHER E., 1983** :Versuche zur bckämpfung der verroatosc miy natursloffem.apidologie,14(4) :265-266.
35. **ROBAUX P., 1986** :Varroase et Varroatose .Edition Opida,P282.
36. **SAMMATARO D., 2000**: Note en Varroa destructor,parasitic on honeybees in New Zealand systematic and applied acarologie special publications(2000) :P5,P9-14.
37. **SPIVAK M., 1999**: Dynamics and control of Varroa parasitism on Apis Apidologie 30 pp., 81-83.
38. **SIMONEAU A., 2003** : Varroa destructor chez les abeilles.Fédération des apiculteurs Québec.
39. **TAUTZ J. (2009)**.L'étonnante abeille.Edition Deboeck,Bruxelles,Belgique,227p.
40. **VON FRISCH K.(2011)**.Vie et moeur des abeilles.Edition Albin Michel,Paris,21-66.
41. **WENDLING S.(2012)**.Varroa destructor
42. **WISTON M, 1993** : La biologie de l'abeille .Ed.Frison –Roche.276.

**Matériel de laboratoire :**

- Cylvenger : qui a servi à l'extraction des huiles
- La verrerie qui a servi à la préparation des dilutions
- Fiole graduée et micropipette
- Balance de précision et agitateur.

**Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de citron**

**Tableau 05 :** Traitement à la concentration 0.25% (Lot n° 2/D1)

R3/D1	138	70	50	28
R4/D1	150	62	38	18

**Tableau 06:** Traitement à la concentration 0.5% (Lot n° 3/D2)

R5/D2	42	50	30	7
R6/D2	20	60	73	26

**Tableau 07 :** Traitement à la concentration 1% (Lot n° 4/D3)

R7/D3	17	40	85	30
R8/D3	30	14	40	19

**Tableau 08:** L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO).

R9/AO	50	50	140	70
R10/AO	140	105	160	103

**Tableau 09 :** L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Api var (lot n°6/AP)

R11/AP	312	102	37	28
R12/AP	140	82	73	25

**Tableau 10 :** Témoin (lot n°1/TM)

R1/T1	46	155	161	52
R2/T2	74	36	110	84

**Tableau 11 :** Comparaison entre les lots

Lot1/T1	171	213	384	196
Lot2/D1	448	287	205	130
Lot3/D2	87	150	123	40
Lot4/D3	67	99	255	149
Lot5/AO	350	210	430	251
Lot6/AP	612	242	157	66



**Le pouvoir acaricide d'huile essentielle après un mois d'exposition au traitement**

**Tableau 12 :** Le pouvoir acaricide après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle de citron.

Ruche	Taux de mortalité %	%abeille
R3/D1	13,96	9,25
R4/D1	29,39	3,91
R5/D2	27,7	5,47
R6/D2	34,6	5,47
R7/D3	21,95	7,81
R8/D3	33,3	6,25
R9/AO	34,4	3,91
R10/AO	20,58	7,81
R11/AP	34,56	4,69
R12/AP	48,88	7,81

**Tableau 13 :** Evaluation des taux de mortalité dans les lots traités avec l'huile essentielle de citron et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).

Les lots	Taux de mortalité %	Moyen d'abeille %
D1	23,68	6,21
D2	32,56	6,25
D3	29	5,56
AO	47,22	4,95
AP	73,94	5,99