

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ BLIDA-1-
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES**

*Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique
En Sciences de la nature et de la vie*

Spécialité : PHYTOPHARMACIE APPLIQUÉE

**L'effet acaricide de l'huile essentielle de
l'*Eucalyptus globulus* Sur *Varroa destructor***

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

Présenté par : Mlle TALBI MUSTAPHA

Devant le jury :

M Ramdhane.S

M.A.A

U.S.D.B

Président

Mme Mefti.H

M.C.A

U.S.D.B

Promotrice

Mme Sahraoui.F

M.A.A

U.S.D.B

Co-promotrice

MmeYahia N.

M.A.A

U.S.D.B

Examinatrice

MrKhelladi.

M.A.A

U.S.B.D

Examineur

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2013/2014

Dédicace

JE DÉDIE LE PRÉSENT TRAVAIL À
MES TRÈS CHERS PARENTS POUR
LEUR SOUTIEN INLIASSABLE.

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

Remerciement

La rigueur scientifique et les exigences d'un travail de recherche sont souvent au-delà des seules capacités de l'étudiant. Ceci dit, il serait audacieux pour nous d'entrer dans le vif du sujet sans remercier ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce modeste travail.

Nous tenons ainsi à remercier :

§ Le bon Dieu pour m'avoir donné la force et le courage d'arriver au bout de mes efforts.

§ Madame MEFTI, pour avoir accepté de diriger mon mémoire pour la deuxième fois.

§ Tous les enseignants du département des sciences agronomiques.

§ M. Hemzaoui directeur de la coopérative agricole de Cheffa.

§ Mes frères et ma chère princesse Fatima pour leur soutien sur tous les plans et leur affection ;

www.avs4you.com

§ Mes belles soeurs Fatiha et Hanane.

§ Mon neveu Habibe et mes nièces Azza Noue Elimane et Meriem Elbatoul.

§ Toute la grande famille Talbi .

§ Tous les camarades de la promo Phytopharmacie appliquée 2013/2014.

Résumé :

Cette étude a été menée dans le rucher de la coopérative apicole de Cheffa dans la wilaya de Blida sur l'abeille tellienne *Apis mellifica*, afin de déterminer l'efficacité acaricide de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* sur le *Varroa jacobsoni*.

Notre travail est divisé en deux parties :

La première consiste à l'extraction et la détermination des matières actives de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* par la chromatographie.

La deuxième est le test de son effet sur le *Varroa jacobsoni* en in vitro et in situ.

La cinétique d'extraction de notre huile nous a montré a un rendement de 1,4%.

La matière active majeur de notre huile n'est autre que l'eucalyptol appelé aussi le cinéol 1-8 avec 76,33%.

Le faible taux en in vitro de la mortalité de *Varroa jacobsoni* ainsi qu'un taux élevé en in situ de la mortalité de ce dernier pour les trois différentes doses (25%, 50% et 75%) de l'huile essentielle sont la preuve de son efficacité acaricide contre l'acarien étudié.

Mots clés : *Varroa jacobsoni*, *Apis mellifica*, effet acaricide, *eucalyptus globulus*.

Abstract :

This study was carried in the cooperative hive's of Cheffa in the wilaya of Blida on the Apis Mellifica bees, to determinate the efficacy of the Eucalyptus globulus essential oil acaricid effect against the Varroa jacobsoni.

Our work was divided into two parties :

The first consist in extracting and determinating the actives substances of our essential oil by the process of the chromatography.

The second one is the test of his effect in vitro and in situ.

The extraction shows as that our oil has a yield of 1,4%.

The major active substance of the essential oil is the eucalyptol called also the cineol 1-8 with 76,33%.

The weak point of the result is the effect of the Varroa jacobsoni on the bees and the death rate in situ of the three differents proportions of the applied oil are the proof of his efficacy against the Varroa jacobsoni.

Key words : *Varroa jacobsoni*, *Apis mellifica*, *Eucalyptus globulus*, acaricide effect.

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

Sommaire

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I:Présentation de l'abeille	3
1-Généralités.....	3
2-Classification systématique de l'abeille.....	3
3- Composition de la colonie d'abeilles	4
4- Ontogénèse de l'abeille	7
5-les caractéristiques de l'abeille locale.....	11
6- la santé de l'abeille.....	12
9 - Causes de mortalité des colonies d'abeilles.....	13
CHAPITRE II : Présentation du parasite Varroa destructor	17
1- Historique.....	17
2- Classification systématique du Varroa destructor.....	17
3- Répartition de la maladie	18
4- Morphologie et développement du Varroa.....	19
5- Symptômes et effets.....	23
6-Lutte contre le varroa.....	25
7- Méthode d'estimation du niveau d'infestation	26
CHAPITRE III. La présentation de l'espèce végétale Eucalyptus globulus	28
1- description et classification botanique.....	28
2- Répartition géographique des eucalyptus en Algérie.....	28
3- Généralités sur les huiles essentielles.....	29
4-Toxicité des huiles essentielles.....	31
5- Utilisation des huiles essentielles.....	31
CHAPITRE IV. MATERIEL ET METHODES	32
1- Présentation de la région.....	32

2-Présentation de la coopérative (Lieu de l'expérimentation).....	33
3- Methodologie de travail	35
4- Méthode d'estimation du niveau d'infestation par V.destructor	42
5-Détermination du rendement en huile essentielle.....	44
6-Analyses statistiques.....	44
CHAPITRE V. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS.....	46
1-Résultats d'extraction de l'huile essentielle	46
2- Évaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle.....	49
Chapitre vi : Discussion.....	56
Conclusion.....	61

NON-ACTIVATED VERSION
www.av4you.com

La liste des figures :

Fig. 1 : Les trois différentes castes des abeilles (Ravazzi, 2007).....	4
Fig. 2 : La reine des abeilles (Anonyme, 2012a).....	5
Fig. 3 : Les ouvrières sur un cadre de couvain ouvert rempli d'œufs et de larves (Anonyme, 2012c).....	6
Fig. 4 :Les faux- bourdons (Anonyme, 2012c).....	7
Fig .5 : Détermination de la caste d'un individu dans une colonie d'abeille (winston ,1993).....	7
Fig. 6 : Les œufs des abeilles (Anonyme, 2011c).....	8
Fig. 7 : Larves baignant dans la gelée royale (Anonyme, 2011).....	9
Fig. 8 :Stade nymphal (Windling, 2012).....	9
Fig . 9 :L'émergence de l'imago de la cellule royale (jeune reine) (ITELV, 2010).....	10
Fig.10 : Le cycle de développement de la reine, de l'ouvrière et du faux-bourdon en jours (Lafleche, 1991).....	10
Fig. 11 : L'abeille tellienne (Anonyme, 2011).....	11
Fig.12 : L'abeille domestique <i>Apis mellifera</i> sahriensis (ITELV, 2010).....	12
Fig.13 : Présentation du hôte-parasite <i>Apis mellifera</i> et <i>Varroa destructor</i> (Anonyme, 2012).....	18
Fig.14 : Répartition du varroa à travers le monde (Les zones en rouge)(Ellis et Nalen, 2010).....	19
Fig .15 : Femelle adulte du varroa <i>destructor</i> (Ellis et Nalen, 2010).....	21
Fig.16 : Le mâle adulte du varroa <i>destructor</i> (Anonyme, 2012).....	21
Fig.17 : Evolution de la population varroa durant l'année (Albouy, 2012).....	21
Fig.18 : <i>Varroa</i> sur l'abeille du stade larvaire au stade adulte (Martin, 1998)....	22
Fig.19 : Synchronisation entre les différents stades du développement de l'abeille et du <i>Varroa</i> (Martin, 2001).....	23
Fig. 20 : Abeilles nouvellement émergées montrant des symptômes de malformations des ailes causées par un virus transmis par le <i>Varroa destructor</i> (Lodesani.,	

Crailsheim., Moritz, 2002).....25

Fig.21:Abeilles infestées par le varroa (photo originale).....

Fig.22 : Le dispositif expérimental (photo originale).....

Fig. 23: Préparation des feuilles d'Eucalyptus pour l'extraction (Photo originale).

Fig.24:Montage de l'entraînement à la vapeur d'eau au laboratoire de chimie industrielle» (Photo originale).....

Fig.25 : Hydrolat récupéré dans une fiole (Photo originale).....

Fig.26:Burette pour la séparation d'HE de l'hydrolat (Photo originale)

Fig.27:Collecte de l'huile essentielle complètement Bio (Photo originale)....

Fig. 28: Le chromatographe (Photo originale).....

Fig. 29 : La seringue du chromatographe (Photo originale).....

Fig.30: Le tensioactif « Tween 80 » dilué à 3% par H₂O

Fig.31: Le tensioactif « Tween 80 » dilué à 3% par H₂O

Fig. 32: Manipulation des langes et du traitement à base d'huile essentielle du V. destructor

Fig.33 : Methode d'estimation du varroa (d/le des langes)

Fig.34: Application du traitement sur les abeilles in vitro(originale)

Fig.35 : Comptage du varroa sur les boites de petri.....

Fig.36: Evolution du rendement en huile essentielle en fonction du temps d'extraction

Fig.37 : Le chromatogramme de l'huile essentielle de l'eucalyptus globulus

Fig 38 : Représentations de la molécule du Cinéol 1-8

Fig.39 : Effet comparé de la variation du taux de mortalité des populations de V. destructor sous l'effet de l'huile essentielle à base de l'eucalyptus globulus (a: produits, b: doses, c: périodes)

Fig.40 : Évolution temporelle des populations résiduelles du V. destructor sous l'effet de l'huile essentielle à base de Eucalyptusglobulus

Fig. 41: Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de V. destructor sous l'effet des différentes doses de l'huile essentielle à base de l'Eucalyptus globulus (a : périodes, b : doses).

Fig.42: Effet comparé des populations résiduelles de V.destructor à l'égard des différentes doses de l'huile essentielle à base de l'eucalyptus (a: après 24h, b: après

48h, c: après 72h).

Fig.43 : Projection de l'effet acaricide de l'huile essentielle sur les axes 1 et 2 des A.C.P.

La liste des tableaux :

Tableau 01: Signes cliniques et importance des maladies d'abeilles provoqués par les prédateurs, parasites, champignons, et bactéries.....14

Tableau 01(suite): Signes cliniques et importance des maladies d'abeilles provoqués par les prédateurs, parasites, champignons, et bactéries15

Tableau 02 : Principaux virus de l'abeille ainsi que l'impact supposé ou démontré des viroses sur la santé des colonies et les symptômes décrits sur la ruche.....16

Tableau 03: Distribution géographique d'Eucalyptus globulus en Algérie.....29

Tableau. 4 : Composition chimique de l'huile essentielle de l'Eucalyptus globulus

NON-ACTIVATED VERSION

www.avs4you.com

TABLE DES MATIERES

Sommaire :	Pages
Dédicace	
Remerciement	
Table des matières	
Résumés (français, anglais, arabe)	
Liste des figures	
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I:Présentation de l'abeille.....	3
1-Généralités.....	3
2-Classification systématique de l'abeille.....	3
3- Composition de la colonie d'abeilles	4
3- 1- Les femelles.....	4
3-1-1 La reine.....	4
3-1-2 Les ouvrières.....	4
3-2 Les mâles (ou faux-bourçons)	6
4- Ontogénèse de l'abeille	7
4-1 Le couvain	7
4-1-1 Le couvain ouvert.....	8
a- Le stade œuf	8
b- Le stade larvaire.....	8
4-1-2 Le couvain operculé.....	9
a- Les nymphes.....	9
b-L'imago et l'émergence.....	9
5-les caractéristiques de l'abeille locale.....	11
5-1 la race tellienne.....	11
5-2-la race Saharienne.....	11
6- la santé de l'abeille.....	12
6-1 les principales maladies d'abeilles.....	12

6-2 causes des mortalités des colonies d'abeilles.....	12
6-2-1 agents biologiques	13
6-2-2 agents chimiques.....	16
9 - Causes de mortalité des colonies d'abeilles.....	13
9-1 Agents biologiques.....	13
9-2 Agents chimiques	16
CHAPITRE II : Présentation du parasite <i>Varroa destructor</i>	17
1- Historique.....	17
2- Classification systématique du <i>Varroa destructor</i>.....	17
3- Répartition de la maladie.....	18
3-1 Dans le monde.....	18
3-2 En Algérie	19
4- Morphologie et développement du <i>Varroa</i>.....	19
4-1 morphologie du <i>Varroa</i>	19
4-2- Cycle de vie de la population de <i>V. destructor</i> dans une colonie au courant de l'année.....	21
4-3- Cycle de développement et de la diapause de <i>V. destructor</i>	21
4-4 les conditions du développement du <i>Varroa</i>	23
5-Symptômes et effets.....	23
6-Lutte contre le varroa.....	25
6-1 Traitements chimiques.....	25
6-2 Traitement alternatif	26
6-3 Traitement mécanique.....	26
6-4Sélection d'abeilles hygiéniques	26
6-5 Les Bio-pesticides	25
7- Méthode d'estimation du niveau d'infestation.....	26
7-1 Méthode dite des « langes »	27

CHAPITRE III. La présentation de l'espèce végétale *Eucalyptus globulus*

1- description et classification botanique.....	28
2- Répartition géographique des eucalyptus en Algérie.....	28
3- Généralités sur les huiles essentielles.....	29
3-1 Rôle physiologique	29
3-2 Composition chimique	29
3-3-Localisation et lieu de synthèse.....	30
3-4- Procédés d'Extraction	30
3-5Facteur de variabilité.....	31
4-Toxicité des huiles essentielles.....	31
315-Utilisation des huiles essentielles.....	31

CHAPITRE IV. MATERIEL ET METHODES

1- Présentation de la région.....	32
1-1 Situation géographique et administrative.....	32
1-2- Le milieu physique.....	32
1-2-1 Climat de la région.....	32
1-2-1-1 La température	32
1-2-1- 2 Les précipitations	33
1-2-1- 3 Les vents	33
2-Présentation de la coopérative (Lieu de l'expérimentation).....	33
2-1Le milieu naturel.....	34
2-1-1Le matériel animal	34
2-1-2 Les ruches.....	34
2-1-3 Matériel végétal.....	35
3-Methodologie de travail	35
3-1Extraction des huiles essentielles	35
3-1-1 Collecte des feuilles de <i>Eucalyptus globulus</i>	35
3-1-2 Méthode d'extraction par entrainement à la vapeur.....	36
3-1-3La cinétique de l'extraction de l'huile essentielle.....	38
3-2 La chromatographie en phase couplée « CG/SM	48
3-2-1 La chromatographie en phase gazeuse.....	38
3-2-2La spectrométrie de masse.....	38
3-3La dilution de l'huile essentielle du citron.....	40

3-4 Application du traitement.....	41
4- Méthode d'estimation du niveau d'infestation par <i>V.destructor</i>	42
5-Détermination du rendement en huile essentielle.....	44
6-Analyses statistiques.....	44
6-1 Analyses multi-variées (PAST vers. 1.37,).....	44
6-2 Analyses de la variance (SYSTAT vers. 7, SPSS 2009).....	44

CHAPITRE V. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

1- Résultats d'extraction de l'huile essentielle.....	46
1-1 Influence du temps d'extraction sur le rendement en huile essentielle de <i>Eucalyptus globulus</i>	46
1-2 La composition chimique de l'Huile essentielle de <i>Eucalyptus globulus</i>	47
2- Évaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle.....	49
2-1 Évaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle à base de <i>Eucalyptus globulus</i>	49
2-2- Etude comparative de l'efficacité de l'huile essentielle à base de <i>Eucalyptus globulus</i>	49
2-3- Évolution temporelle de l'efficacité de l'huile essentielle à base de <i>Eucalyptus globulus</i> <i>In vitro</i>	51
2-4- Etude comparée de l'efficacité de l'huile essentielle à base de <i>Eucalyptus globulus</i>	52
2-5- Variabilité de l'efficacité acaricide sur l'acarien <i>Varroa destructor</i>	54
Chapitre v : Discussion.....	56
1-Extraction de l'huile essentielle.....	56
2-Activité acaricide de l'huile essentielle.....	58
Conclusion.....	61
Références bibliographiques	

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

??????

?????? ???? ?????????? ???? ?????? ?????????? ?????????? ?????????? ???? ???? ?????????? ?????????? ?????? ??????????
????????? ?????? ?????????????????? ?????? ?????????? ?????????? ?????? ?????????? ?????????? ?????????? ??????????
????????? ?????? ?????????? ???????????????.

????????? ?????????? ?????? ????????????

????????? ?????????? ?????? ??????????? ? ?????????? ?????????? ?????????? ???? ?????????? ??????????? ? ?????????? ??????????????
?????????.

????????????? ???? ?????????? ?????????? ?????????? ?????? ?????????????? ?????????????????? ???? ?????????? ??????????????? ?
?????????????.

-?????? ?????????? ??????????? ?????????? ? 1.4 ???? ???? 120 ??????????.

????????? ?????????? ?????????????? ???? ?????????? ?????????????????? ???? ?????????????????????? ??????????? ?????????? ??????????????
8- 1 ?????????? 76.33

????????? ??????????????? ?????????????? ?????????????? ???? ?????????? ?????????????? ? ?????????? ??????????????? ?????????? ??????????
????????????? ?????????????????? ???? ?????????? ?????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ??????????????
(25.50.75) ???? ?????????????? ?????????????????.

????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ??????????
NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

INTRODUCTION

Il existe 20.000 espèces d'abeilles dans le monde dont *Apis mellifera*, l'abeille domestique est la plus connue.

Elles contribuent à la pollinisation de 80% des espèces de plantes à fleurs et sont essentielles au maintien de la diversité des milieux naturels. Autant dire que leur déclin constitue une grave menace pour l'humanité.

Le syndrome d'effondrement des colonies fait aujourd'hui, la une des revues et des médias. Ce n'est pas un fait nouveau puisqu'il a été signalé depuis le siècle passé. Le fait nouveau c'est qu'il intéresse dernièrement les abeilles des cinq continents et avec des symptômes similaires sous toutes les latitudes ; disparition brutale avec cependant de forte réserve dans les ruches.

La compréhension de son mécanisme est très récente. La diminution progressive d'une catégorie d'abeille au sein d'une colonie, le plus souvent touche les butineuses (Gilles Grosmond., 2010), jusqu'au seuil de perte estimé à 30%. Au-delà les perturbations s'enchaînent brutalement pour aboutir en quelques jours à la disparition de la colonie.

Les raisons de l'érosion progressive de l'effectif d'une caste d'abeille sont multiples ; la nosébose, les pollutions électromagnétiques, la disette, les pratiques agricoles intensives et très agressives pour les abeilles. Cependant Coulombel (2010) insiste sur le fait que la disparition des abeilles s'attribuent essentiellement à deux facteurs ; les pesticides et l'acarien *Varroa destructor*.

Les pesticides, selon de nombreuses études sont une source d'intoxication fatale pour les abeilles. Leurs effets sur les abeilles sont généralement sublétaux (Decourty., 2005). Il note l'apparition des troubles du comportement de l'orientation ou de la communication, réduction du succès reproducteur, perturbations biochimiques, altération physiologique de la ponte.

Les intoxications peuvent se produire par contact en période de butinage ou si l'abeille se pose directement sur des végétaux déjà traités, ou par ingestion, lors du

Introduction

prélèvement du nectar ou du pollen sur des fleurs contaminées.

Les acaricides sont le genre de pesticide utilisé en lutte contre les acariens. L'acarien *Varroa destructor* a pu développer une résistance contre son arme redoutable le fluvalinate après quelques années d'utilisation (Chapleau 2003).

En cherchant un arsenal plus puissant, les spécialistes optent pour le « coumaphos », mais le hic est qu'il y'avait une accumulation de ses résidus dans la cire des ruches qui cause par la suite des problèmes aux abeilles après certaines années.

Les chercheurs ont constaté que le règne des pesticides de synthèse tire à sa fin dans la lutte contre la varoïse et qu'ils doivent trouver la vraie solution du côté de la lutte intégrée.

Selon Hostetmann (1997), connaître une plante ayant des vertus médicinales ou phytopharmaceutiques suppose pouvoir décrire sa morphologie et son anatomie, connaître son origine et son mode d'action, apprécier l'incidence de ceux sur sa qualité, analyser sa composition chimique et les facteurs qui peuvent la faire varier, connaître la structure et les propriétés des principes actifs, savoir apprécier la qualité par des critères objectifs et mettre en œuvre les méthodes pour les contrôler et les utiliser.

www.avs4you.com

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la lutte biologique contre la varoïse de l'abeille.

Il porte sur la réalisation d'un essai *in vitro* et *in-situ* pour démontrer l'effet biocide de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*, en se basant sur :

- l'extraction et le profil chimique par la chromatographie post extraction.
- la recherche de la dose et le temps optimum d'action.

CHAPITRE I :Présentation de l'abeille

11-Généralités

Les abeilles sont des animaux invertébrés, le genre *Apis* comprenant plusieurs espèces. Elles appartiennent à l'ordre des Hyménoptères qui englobe des insectes sociaux (Biri, 2002).Quelques unes d'entre elles, telle que *Apis mellifera* ou abeilles mellifique ont été domestiquées par l'homme pour leurs productions en miel, du pollen, de la gelée royale, de la propolis, de la cire et dans certain cas du venin (Caillas, 1986).

La colonie d'abeilles est qualifiée de monogyne c'est-à-dire elle ne contient qu'une seule reine. Une colonie domestique compte de 40.000 à 60.000 individus durant la belle saison et chute à 15.000 voire 5000 en hiver (Choquet, 1992).La colonie s'organise dans le temps et dans l'espace afin de subvenir aux besoins des individus qui la constituent et chacun d'eux participe activement à la vie collective (Jean-Prost, 1987).

1.2- Classification systématique de l'abeille

Selon (Ducrocq, 2007) la classification de l'abeille en systématique animale est comme suit :

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Infra-classe : Neoptera

Super-ordre : Endopterygota

Ordre : Hymenoptera

Sous-ordre : Apocrita

Infra-ordre : Aculeata

Super-famille : Apoidea

Famille : Apidae

Sous-famille : Apinae

Tribu : Apini

Genre : *Apis*

Sous-genre : *Apis*

Espèce : *Apis mellifera*

Sous-espèce : *Apis mellifera intermissa*

1.3- Composition de la colonie d'abeilles

Selon Ravazzi, 2007 la colonie est constituée de plusieurs composantes vivantes:

- Trois castes d'abeilles adultes : les femelles (la reine et les ouvrières) et les mâles ou les faux bourdons (Fig.1).
- Le couvain : l'ensemble des œufs, des larves et des nymphes des abeilles.



Fig. 1 : Les trois différentes castes des abeilles (Ravazzi, 2007)

1.3.1- Les femelles

Les femelles proviennent des œufs fécondés. Ils sont diploïdes ($2n=32$). Ils engendrent :

- des reines, seules femelles fertiles (Gout, 1991) qui possèdent des organes reproducteurs développés ou
- des ouvrières, qui ne se reproduisent pas en présence de la reine (Fries et Camazine, 2001).

1.3.1.1 La reine

La reine ou (la mère) joue un rôle fondamental dans la vie de la colonie, jeune, vigoureuse et en bonne santé. Gustin, 1984, décrit comme suit la reine du point de vue morphologique et de sa distinction nette des ouvrières et des faux bourdons :

elle mesure 18 à 22 mm de long et

- son thorax atteint 4.2 mm de diamètre,
 - elle diffère également des autres castes par la couleur (brique ou bien trop foncé),
 - son abdomen est monochrome et non pas rayé,
 - elle a des ailes courtes et
 - des pattes dépourvues d'outils, elles sont plus longues que celles des ouvrières,
 - son appareil buccal est rétréci, sa langue est plus courte
- Par ailleurs elle n'utilise pas son aiguillon que contre les sujets de la même caste, on les tuant alors qu'ils se trouvent dans leur cellule ou au cours des duels typiques de la période d'essaimage. Le dard de la reine, souvent appelé « stylé royal » dans la mesure où il est planté, puis extrait il ne provoque pas la mort de l'insecte.(Zahradnik, 1991).



Fig. 2 :La reine des abeilles (Anonyme, 2012a)

1.3.1.2 Les ouvrières

Les ouvrières se révèlent tout aussi importantes dans une colonie, elles représentent la très grande majorité de la population. Elles possèdent des capacités physiologiques et comportementales importantes. Elles qui assurent les différents travaux au sein de la ruche, une organisation particulière observée(Fig. 3).

Elles mesurent environ 12 à 13 mm de long, thorax 4 mm de diamètre, longueur de la langue de l'ouvrière est de 5.5 à 7 mm, pattes dotées de brosses et d'une corbeille pour récolter le pollen, entre autre les glandes qui produisent la cire et qui permettent de construire les rayons (Gustin, 1984).



Fig. 3 : Les ouvrières sur un cadre de couvain ouvert rempli d'œufs et de larves (Anonyme, 2012c)

13-2 Les mâles (ou faux-bourdons)

Les faux bourdons sont des œufs non fécondés pondus par la reine, haploïdes $n=16$ (reproduction parthénogénétique) engendrent les mâles. Les œufs déposés dans des alvéoles sont plus grands que les cellules des ouvrières. Les faux bourdons mesurent environ 15 mm de long et 5 mm de diamètre (Gustin, 1984). Ce qui explique qu'ils sont gros par rapport aux ouvrières. Ils sont plus nombreux que les ouvrières (Fig. 4).



Fig. 4 : Les faux- bourdons (Anonyme, 2012c)

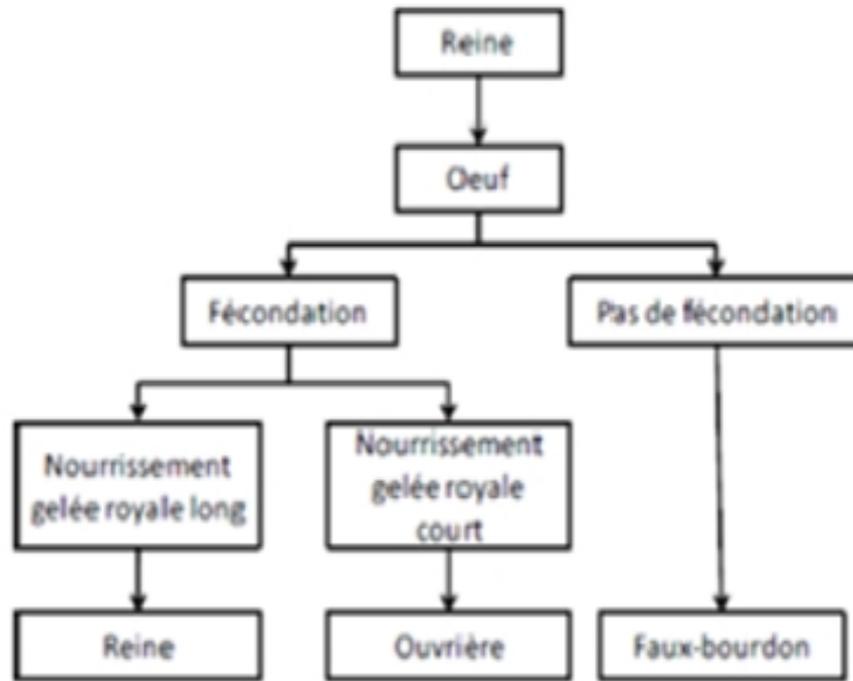


Fig .5 : Détermination de la caste d'un individu dans une colonie d'abeilles (Winston, 1994)

1.4- Ontogénèse de l'abeille

1.4-1- Le couvain

Le couvain, au sens propre, est l'ensemble des formes pré-imaginale de l'abeille présentes dans les alvéoles aboutissant à l'émergence d'un imago, quelque soit la caste. On observe toujours sept stades de développement pour le couvain d'abeilles ; le stade œuf, cinq stades larvaires et le stade nymphal. Toute fois le couvain inclus deux phases (Alphandery, 2002 ; Biri, 2002).

1.4-1-1 Le couvain ouvert

Après le stade œuf, cinq stades larvaires se développent successivement dans le couvain ouvert, les larves étant alimentées et soignées par les abeilles nourrices jusqu'à l'operculation de l'alvéole.

a- Le stade œuf

Le cycle vital de l'abeille débute par un petit œuf : bâtonnet blanc mesurant environ 1,5 mm de long et 0,4 mm de diamètre que la reine dépose dans un alvéole, parallèlement aux parois de la cellule. L'œuf sera alors nourrit pendant les trois premiers jours par la gelée royale, ensuite alimenté par une bouillie faite par un mélange de miel, d'eau et de pollen. (Clément, 2006)

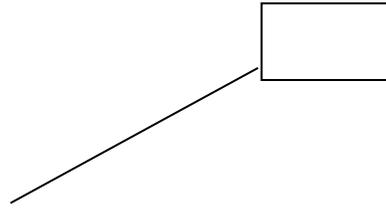
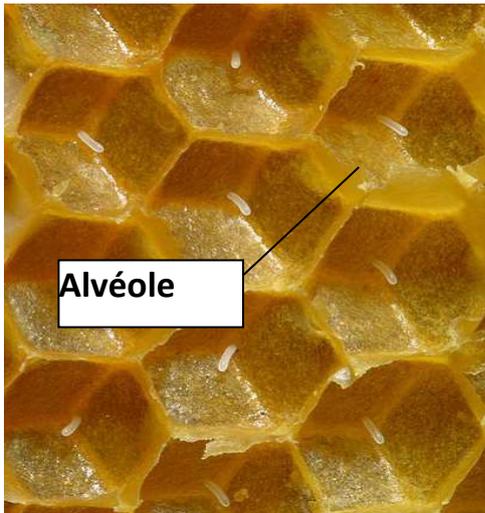


Fig. 6 : Les œufs des abeilles (Anonyme, 2011c)

b- Le stade larvaire

Les larves sont apodes, blanchâtres, sans yeux (Fig. 7). Elles possèdent un appareil buccal simple qui va permettre la prise de nourriture fournie par les ouvrières sous forme de gelée royale ou d'anneau de lait. Elles se trouvent dans la gelée royale (post-éclosion) (figure 7) (Winston, 1999).

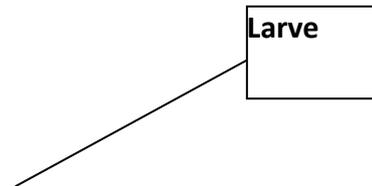


Fig. 7 : Larves baignant dans la gelée royale (Anonyme, 2011)

1.4-1-2 Le couvain operculé

La forme imaginaire pré-éclosion est contenue dans les alvéoles du couvain operculé.

a- Les nymphes

Au stade nymphal, la tête, les yeux, les antennes, les pièces buccales, le thorax, les pattes et l'abdomen possèdent les caractéristiques de l'adulte (Fig. 8).

La nymphe initialement blanche va progressivement se pigmenter, ce qui va permettre d'estimer son âge (Remboldet *al.*, 1980).



Fig. 8: Stade nymphal (Windling, 2012)

b-L'imago et l'émergence

Après la phase nymphale, la jeune abeille adulte reste dans la cellule pendant 10 à 20 h. L'imago utilise ses mandibules pour perforer l'opercule de cire, la jeune abeille sort sa tête puis ses pattes, les levés, le thorax et les ailes. Une fois sur le rayon, l'imago étale ses ailes et antennes, laisse sécher les soies de son corps et entame ses activités (Windling, 2012).



Fig . 9 : L'émergence de l'imago de la cellule royale (jeune reine) (ITELV, 2010)

Suivant la caste, la durée de développement du couvain varie. (Fig.10)

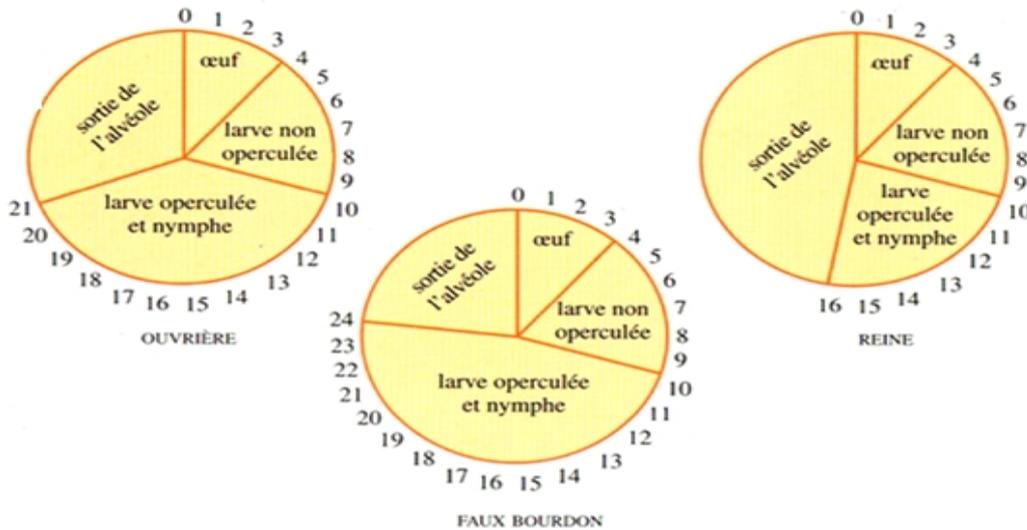


Fig.10: Le cycle de développement de la reine, de l'ouvrière et du faux bourdon en jours (Lafleche, 1991).

NON-ACTIVATED VERSION

1.5- Les caractéristiques de l'abeille locale

L'Algérie étant un pays très vaste qui se caractérise par une grande diversité florale, dont on distingue deux races différentes des abeilles réparties géographiquement selon le climat :

1.5.1. La race tellienne (*Apis mellificaintermissa*) (figure13)

Cette abeille peuple la région située entre l'atlas et la méditerranée, connue sous le nom du Tell d'où elle tient son nom. Elle est de couleur noire avec de léger éclaircissement sur l'abdomen et le scutellum, son pelage est très court (Bougura et al, 1995).



Fig. 13: L'abeille tellienne (Anonyme, 2011)

1.5-2 La race saharienne (*Apis mellificasahariensis*)

L'abeille saharienne est l'une des races peuplant quelques ruchers en Algérie. Elle vit dans le sud-ouest algérien, plus particulièrement dans les Monts des Ksour à Ain Sefra, Mechria, Bechar et Beni-Ounif. Ce territoire, situé au sud du haut Atlas, en bordure de la frontière marocaine et du Sahara, possède des palmeraies arrosées par les oueds qui permettent malgré leur régime torrentiel, des cultures étendues (Fig. 14).



Fig.14 : L'abeille domestique *Apis melliferasahriensis* (ITELV, 2010)
www.avs4you.com

1.6. Santé de l'abeille

1.6.1-Les principales maladies de l'abeille

L'abeille domestique (*Apis mellifera*) est une espèce animale vivant en colonie. Pour cette espèce, contrairement aux autres espèces animales domestiques, la santé et les maladies s'apprécient essentiellement au niveau de la colonie et non pas de chaque individu.

Les abeilles et leur couvain peuvent être atteints de plusieurs maladies ou de parasites, dont les conséquences sont toujours graves. (Faucon, 1996). On distingue donc:

- **Maladies de l'abeille adulte**
 - Nosébose
 - Acariose
 - Amibiase
- **Maladies du couvain**
 - Loque américaine
 - Loque européenne
 - L'aspergillose ou couvain pétrifié

- **Maladies parasitaires**
 - Fausse teigne(Albisetti, 1998).

1.6.2- Causes de mortalité des colonies d'abeilles

Les causes et les facteurs d'influence de la mortalité sont multiples : le vieillissement, la prédation, l'action anthropique, l'infestation, les conditions climatiques, la quantité et/ou la qualité des ressources nutritives (Haubruge et al., 2006 et Alitru, 2008).

On peut distinguer cinq catégories de causes de mortalité des colonies d'abeilles :

- Les agents biologiques
- Les agents chimiques
- L'environnement
- Les pratiques apicoles
- Les autres causes

1.6.2.1. Agents biologiques

Les agents biologiques ont été classés par ordre de taille (prédateurs parasites, champignons, bactéries et virus).

Deux tableaux synthétiques 1 et 2 résument les principales caractéristiques des maladies.

Tableau 1: Signes cliniques et importance des maladies d'abeilles provoqués par les prédateurs, parasites, champignons, et bactéries

Agent pathogène	Maladie ou nom commun	Nature de l'agent	Type de population	Signes cliniques	Importance de la maladie	
			Abeille adulte	Couvain		

Partie bibliographique

Prédateurs	<i>Vespa velutina</i>	Frelon asiatique (guêpe)	Insecte hyménoptère	Oui	Non	Vol stationnaire des frelons devant la colonie : prédation	Affaiblissement des colonies par diminution de nombre des ouvrières
	<i>Galleria mellonella</i>	Fausse teigne	Insecte lépidoptère	Non	Oui	Altération des ruches et des cadres, galerie dans les rayons, rayons tapissés d'une toile blanche	Pertes des colonies déjà affaiblies avant l'infestation par ce prédateur, transmission possible d'agent (notamment : loque américaine)
Parasites	<i>Varroa destructor</i>	Varroase	Acarie mésostigmaté	Oui	Oui	Abeilles traînante, abeille	Taux élevé de mortalité

Partie bibliographique

						<p>s à l'ailes atrophiées, mortalités hivernales petites d'abeilles restant dans la ruche avec des sources importantes de miel et pollen</p>	<p>hivernale, transmission d'autres agents pathogène</p>
	<p><i>Acara piwoodi</i></p>	<p>Acariose</p>	<p>Acarie n trombidiforme</p>	<p>Oui</p>	<p>Oui</p>	<p>Abeille paralysée ou/et incapable de voler (abeilles traînantes ou agrippées</p>	<p>Raccourcissement de la durée de vie des abeilles, augmentation de la mortalité au</p>

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

Partie bibliographique

						aux brins d'herb e	printe mps et mortal ité hivern ale élevée diminu tion de la produ ction du couvai n et de miel
Champ ignons	<i>Nosém a apis</i>	Nosém ose	Micro sporidi e	Oui	Oui	Difficul tés de de vol, gonflé, diminu tion ou arrêt de la ponte, produ ction de miel réduit e	Dépeu pleme nt et diminu tion de la force de la coloni e, diminu tion de la longév ité des abeille s
	<i>Ascosp haera apis</i>	<i>Ascosp hérose (couva in plâtré)</i>	<i>Champ ignon ascom ycètes</i>	<i>Non</i>	<i>Oui</i>	<i>Larves d'abeil les mortes recouv ertes d'un</i>	<i>Affaibl issement de la coloni e</i>

Partie bibliographique

	<i>Galleriamellonella</i>	Fausse teigne	Insecte lépidoptère	Non	Oui	Altération des ruches et des cadres, galeries dans les rayons, rayons tapisés d'un	Pertes des colonies déjà affaiblies avant l'infestation parce prédateur, transmission possible d'agent (notamment : loque américain)
<p>NON-ACTIVATED VERSION</p> <p>www.avs4you.com</p>							
Parrasites	<i>Varroa destructor</i>	Varroase	Acarien mésostigmaté	Oui	Oui	Abeilles trainante, abeilles à l'ailes atrophiées, mortalités hivernales petites paquets	Taux élevé de mortalité hivernale, transmission d'autres agents pathogènes

Partie bibliographique

						et d'abeilles restant dans la ruche avec des quantités importantes de miel et pollen	
	<i>Acarapiwoodi</i>	Acariose	Acarion tremblant forme	Oui	Oui	Abeilles paralysées ou / et incapable de voler (abeilles traînantes ou agrippées aux brins d'herbe	Raccourcissement de la durée de vie des abeilles, augmentation de la mortalité au printemps et mortalité hivernale élevée diminution de la

Partie bibliographique

						rbe	producti on du couvain et de miel
C h a mpignons	<i>Nosé ma apis</i>	Nosém ose	Micro sporidie	Oui	Oui	Diffic ultés de de vol, abdo men gonfl é, dimi nuti on ou arrêt de la port de prod uctio n de miel rédui te	Dépeupl ement et diminuti on de la force de la colonie, diminuti on de la longévit é des abeilles
	<i>Asco spha era apis</i>	<i>Ascosp hérose (couva in plâtré)</i>	<i>Champi gnon ascomyc ètes</i>	<i>Non</i>	<i>Oui</i>	<i>Lar ves d'ab eilles mort es reco uvert es d'un mycé lium blan</i>	<i>Affaiblis sement de la colonie</i>

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

1.6.2.2. Agents chimiques

Les abeilles peuvent être exposées, comme l'ensemble des organismes vivants, aux divers agents chimiques susceptibles d'être présents dans l'environnement. Dans les zones cultivées, la majeure partie des agents chimiques constituant cette exposition appartient à la catégorie des produits phytopharmaceutiques, encore appelés produits phytosanitaires ou pesticides (Alix ;Delos et Mercier, 2008 b).

Un produit phytopharmaceutique correspond à tout produit visant à protéger une culture des dégâts d'un organisme nuisible. (Albissiti, 1998). Par son mode d'action, un produit phytopharmaceutique est, en principe, spécifique d'un type de cible : fongicides, herbicides, insecticide, nématocides, molluscicides, rodenticides ou avicides. Du fait de son mode d'action, un produit phytopharmaceutique peut agir plus ou moins spécifiquement sur cette cible (insecticide généraliste ou seulement acaricide, par exemple). Parmi les agents phytopharmaceutiques, certains sont d'origine biologique comme les spores de *Bacillus thuringiensis* porteuses de diverses toxines ou les anti-protéases, leur rôle est analysé Klöppel et Kördel (1997), Koch *et al.*, (2003) et Rautmann *et al.* (2001).

Le catalogue des produits phytopharmaceutiques compte environ 450 substances actives. Parmi les agents phytopharmaceutiques, il existe des produits commerciaux correspondants (ACFA, 2008). Citons en exemple, le propaquizalof, par voie de conséquence, des intoxications de colonies d'abeilles à retardement (Russell *et al.*, 1998). Cette présence de produits phytopharmaceutiques est susceptible d'intervenir dans la mortalité des colonies d'abeilles,

CHAPITRE II : Présentation du parasite *Varroa destructor*

2.1- Historique

Le varroa (*Varroa destructor*) nommé autre fois (*Varroa jacobsoni*), ce nom revient en hommage à son découvreur (Anderson & Trueman, 2000 ; Achou et Rouibi, 2009).

Cet acarien qui a été récolté pour la première fois par l'entomologiste Edward Jacobson sur des abeilles de l'île de Java. Oudemans, acarologue a fait la première description de l'acarien en 1904. C'est un ectoparasite hématophage de l'abeille adulte *Apis mellifera* (Colin *et al.*, 1997) ainsi que des larves et des nymphes. Cet acarien est originaire de l'Asie du Sud-est, où il vit aux dépens d'une espèce d'abeilles (*Apis cerana*). L'aire de sa répartition est principalement asiatique. Elle était séparée de celle d'*Apis mellifera* par la zone désertique d'Iran et d'Afghanistan à l'ouest et les régions sibérienne froides.

La relation hôte-parasite entre l'abeille *Apis cerana* et l'acarien *Varroa jacobsoni* est dans un état d'équilibre elle résiste à ses attaques (Donzé, 1995). Contrairement à l'abeille domestique européenne (*Apis mellifera*), chez laquelle il provoque des pertes économiques importantes en apiculture. Il est l'une des causes de la diminution du nombre d'abeilles (Anderson et Sukarsih, 1996). Aujourd'hui en Asie, Amérique du Nord et en Europe pas un rucher n'échappe à ce parasite. Seule l'île d'Ouessant reste épargnée (Wendling, 2012).

2.2- Classification systématique du *Varroa destructor*

D'après la classification des auteurs(Anderson et Trueman, 2000) :

Règne :Animalia

Sous-Règne :Métazoire

Embrenchement :Orthropoda

Sous-Embrenchement :Chelicerata

Classe :Arachnida

Sous-classe :Acari

Super-Ordre :Parasitiforme

Ordre :Mesostigmata

Sous-Ordre :Monogynaspida

Cohorte :Gamasina

Sous-cohorte :Dermanyssiae

Super-Famille:Dermanyssoidea

Famille:Varroidae

Genre:*Varroa*

Sous-Genre : *Varroa*

Espèce : *Varroa destructor*

Acarien

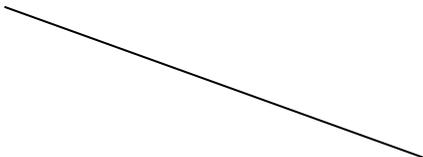




Fig.15 : Présentation du hôte-parasite *Apis mellifera* et *Varroa destructor* (Anonyme, 2012)

2.3- Répartition de la maladie

2.3-1 Dans le monde

A cause des transhumances et du commerce mondial d'essaims la propagation du varroa fut rapide. Sa première observation sur *Apis mellifera* a été relevée en Sibérie en 1904. En 1970, il est apparu en Europe et en France depuis suite à des exportations massives des essaims contaminés (Anonyme, 2011)

Aujourd'hui, cet acarien qui représente un véritable problème s'est propagé quasiment sur l'ensemble de la planète (figure 16). Seules l'Australie et certaines régions d'Afrique centrale sont encore épargnées par la varroise.





Fig.16 : Répartition du varroa à travers le monde (Les zones en rouge)
(Ellis et Nalen, 2010)

2.3-2 En Algérie

En Algérie, le varroa a été signalé pour la première fois à l'est du pays en juin 1981, dans un rucher à la coopérative apicole d'Oum Teboul, près d'El Kala. Actuellement, ce parasite s'est répandu dans tout le pays. Ce dernier représente une véritable menace d'infestation de tous les ruchers d'Algérie (Belaid et Doumandji, 2010).

2.4- Morphologie et développement du Varroa

2.4.1.- Morphologie du Varroa

Le varroa ressemble à un petit crabe aplati (Clément, 2011). C'est la femelle que l'on observe le plus régulièrement. De couleur brun ou marron foncée et brillantée de forme ellipsoïdale, elle mesure de 1 à 1,8 mm de long sur 1,5 à 2 mm de large, visible à l'œil nu sur son hôte (Anderson & Trueman, 2000).

Son poids est environ de 325µg en phase de phorésie et il augmente en phase de reproduction environ 480µg voire deux jours après l'operculation de la cellule du couvain (Garrido et al, 2000). Les femelles sont très agiles et l'extrémité de leurs pattes est munie de ventouses pour s'agripper aux abeilles (Baker, 1984).

Les pattes sont courtes, le corps est recouvert de nombreuses soies. La bouche se présente en appareil piqueur-suceur, qui lui permet de percer le revêtement de l'abeille et d'aspirer de l'hémolymphe. Sa forme plate est bien adaptée pour se loger

entre la nymphe et les parois de l'alvéole ainsi que sur le corps de l'abeille adulte. (Fig.17)

Les mâles ne sortent jamais des alvéoles. Ils sont jaunes-verdâtres de forme presque sphérique et mesurent environ 0,75 à 0,98 mm de long et 0,7 à 0,88 mm de large (Ellis et Nalen, 2010). Les membres sont longs et fins, le bouclier dorsal est finement couvert de soies très denses dans les parties postérieures (Colin et *al.*, 1999). Le mâle n'est pas adapté au parasitisme, il meurt après l'émergence de l'abeille. Il ne se nourrit pas, son rôle principale est la reproduction (Faucon, 1992) (Fig.18)



Fig.17 : Femelle adulte du *varroa destructor* (Ellis et Nalen, 2010)



Fig.18 : Le mâle adulte du *varroa destructor* (Anonyme,

NON-ACTIVATED VERSION

www.avs4you.com

2.4.2.- Cycle de vie de la population de *V. destructor* dans une colonie au courant de l'année

La femelle varroa se nourrit par piqûre de l'hémolymphe des abeilles. La reine, les ouvrières et les mâles sont tous visés et cela à tous les stades de leur développement (larves, nymphes, abeilles adultes). La durée de vie du parasite est adaptée au cycle de vie de l'abeille (Vandame et Collin, 1977)(figure 19).

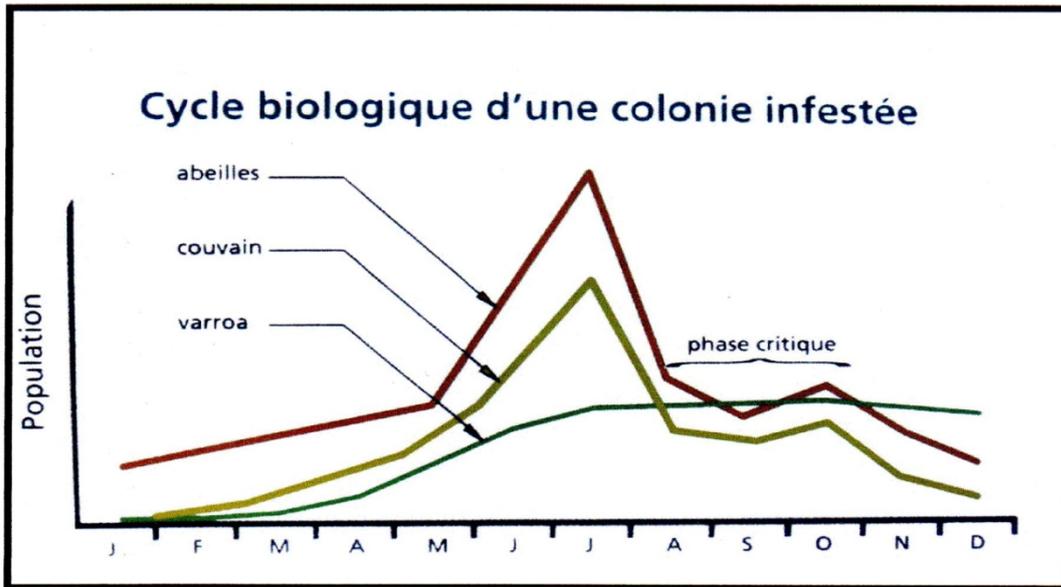


Fig.19 : Evolution de la population varroa durant l'année (Albouy, 2012)

2.4.3. Ontogénèse de *V. destructor*

L'ontogénèse de *V. destructor* se déroule exclusivement dans une alvéole de couvain operculé, ce qui laisse un temps limité à la descendance de *V. destructor* pour atteindre l'âge adulte.

La femelle fondatrice débute l'oviposition environ 60 heures après être entrée dans une alvéole du couvain (Martin, 1998) (Fig.20)

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

- Œuf (24 heures)
- Protonymphes libre : (30 heures) et première mue (24heures)
- Deutonymphes : (48 à 60 h)
- Adulte après une mue imaginale : (24h)



1- Stade larvaire 2- Stade nymphale 3- Stade adulte

Fig.20: Varroa sur l'abeille du stade larvaire au stade adulte (Martin, 1998).

La synchronisation des formes immatures de *V.destructor* avec le cycle de développement de l'abeille *A. mellifera* sont présentés en figure 21.

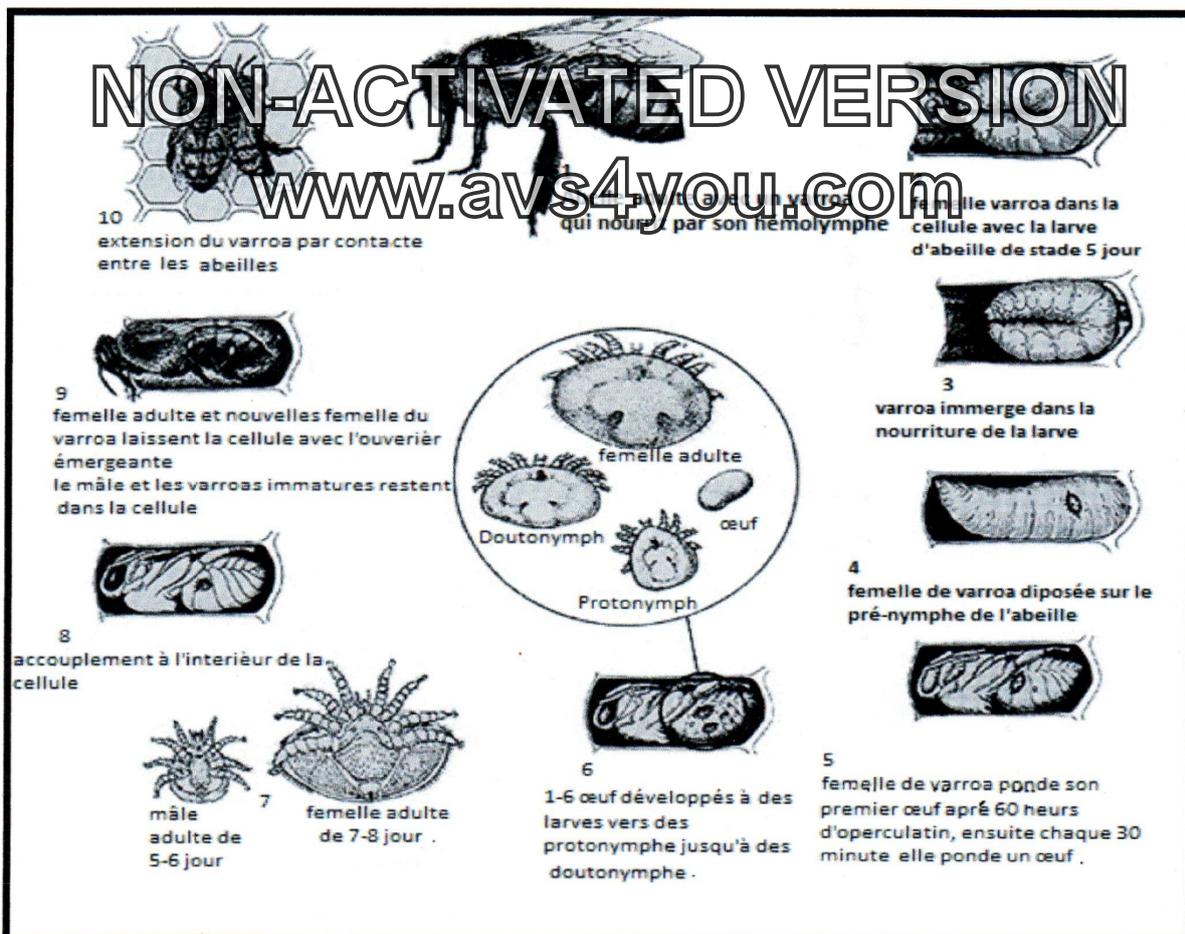


Fig.21 : Synchronisation entre les différents stades du développement

de l'abeille et du Varroa (Martin, 2001)

2.4.4. Les conditions du développement du varroa

La virulence de la varroise semble pouvoir s'expliquer par les conditions de développement très favorables, que le varroa rencontre dans les colonies d'*Apis mellifera*. Outre les facteurs trophiques qu'il prélève dans l'hémolymphe de l'abeille, le varroa trouve sa température optimale de développement. Une température qui est limitée entre 36,5°C à 38°C au-delà de cet intervalle, la fécondatrice alors ne peut se reproduire. Son thermo-référendum est en effet exactement compris dans les limites de température du couvain (Le Conte & Arnold, 1990a).

2.5. Symptômes et effets

Le diagnostic de la maladie est difficile au début. Il est toutefois possible d'observer à l'œil nu les parasites dans le couvain ou sur les adultes. C'est une maladie grave entraînant souvent la perte de la colonie (Imdorf, 1991). Du point de vue physiologique,

- les abeilles parasitées montrent des réductions du volume de l'hémolymphe, le nombre de l'abeille de plusieurs cellules sanguines et du système.
- la gelée produite par les nourrices est alors de moins bonne qualité ce qui nuit au bon développement du couvain (Weinands & Madel, 1985).
- Le nombre d'hémocytes, l'une des mesures du composant du système immunitaire les plus couramment employées, est réduit (Weinands & Madel, 1988).

Plusieurs études sur les effets du parasitisme par *Varroa*, indiquent que :

- les abeilles ouvrières infestées montrent une réduction du poids à l'émergence (Schneider & Drescher, 1987).
- Les ailes et l'abdomen sont diminués (Marcangeli et al 1992; Colin et al. 1997).
- Les acini des glandes hypo-pharyngiennes sont atrophiés et la longévité est plus courte (Schneider & Drescher, 1987).
- Un effet du parasitisme par *Varroa destructor* sur le succès reproductif des faux bourdons (Buchler, 2003) et des anomalies dans le comportement de vol sont également notés (Kralj & Fuchs, 2003).

Cette maladie provoque énormément de dégâts telle que la :

- Réduction de la durée de vie de la reine conduit parfois un arrêt de ponte.
- Réduction de la taille et des malformations des imagos.
- Réduction du potentiel sexuel des mâles.
- Réduction de la capacité du vol.
- Modification éthologique (perte du sens et de direction).

- Vectorisation d'agent infectieux.
- Activation virale.
- Problème de stockage de pollen (apparition de la mosaïque)
- Perte de la population
- Sensibilité à la fausse teigne

Les colonies d'abeilles parasitées sont affaiblies par l'acarien et peuvent être contaminées par des infections secondaires, virus et bactéries. Ce qui favorise le développement d'autres maladies telles que le couvain sacciforme, les loques et la paralysie aiguës etc. Ce qui accélèrent leur extinction et les font disparaître en deux ou trois ans, parfois moins (Le Conte, 1990).

Afin de mettre au point des méthodes de lutte spécifique, une étude poussée sur l'interaction hôte (abeille), parasite (*Varroa*) s'avère primordiale (Belaid et Doumandji 2010).



Fig. 22: Abeilles nouvellement émergées montrant des symptômes de malformations des ailes causées par un virus transmis par le *Varroa destructor* (Lodesani., Crailsheim., Moritz, 2002)

2.6.- Lutte contre le varroa

Au début de la propagation, on pensait pouvoir l'éradiquer en détruisant systématiquement les colonies touchées. Mais la contagion est inexorable à cause de facteurs importants de disséminations naturelles (pillage, dérive, essaimage) ou anthropiques (transhumance, commerce des colonies).

2.6.1.Traitements chimiques

En 1982, le seul traitement disponible était le « Forbex VA ». il était présenté sous forme de bandes papier. Ce traitement se montra vite inopérant. Des générateurs d'aérosol apparurent « Edar, Phagogène ». Ces appareils volumineux nécessitent pour fonctionner de l'électricité ou du gaz. Ils permettent d'introduire dans les colonies différentes substances actives (Collin, 2011). La plus utilisée est « l'Amitrase ». La même substance peut aussi être imbibée dans des langes enduits de vaseline. Mais il ne s'attaque pas aux varroas logés dans les alvéoles operculées et nécessite donc de fréquentes applications. Il est donc surtout efficace en période hivernale où le couvain est réduit (Alphonse, 2011)

Depuis deux nouveaux produits sont disponibles. Le « 'Apivar » à base de « 'amitrase » et le « Périzin », à base de « Coumaphos » (organophosphoré), cette dernière molécule présente l'inconvénient de se retrouver dans les cires et porterait préjudice au développement des larves d'abeilles (Faucon et *al.*, 2007a).

2.6.2. Traitement alternatif

L'alternance des molécules accroît l'action du traitement. À l'heure actuelle, il est nécessaire de faire un traitement en deux phases. Premièrement un traitement réalisé juste après la récolte du miel puis un traitement radical en hiver profitant du faible nombre du couvain.

2.6.3. Traitement mécanique

Certains apiculteurs combattent les varroas dans le couvain de mâles où les varroas se développent en grand nombre et avant l'émergence des faux-bourçons détruisent les cadres. L'utilisation de fonds grillagés dans les ruches empêcherait les varroas qui tomberaient accidentellement de remonter dans la ruche. La même remarque est évoquée pour expliquer que les colonies sauvages installées dans des cheminées ou dans les arbres seraient moins touchées par le varroa.

2.6.4. Sélection d'abeilles hygiéniques

On suppose que *Apis mellifera* pourrait développer avec le temps par sélection des comportements de lutte contre le varroa, comme l'a fait *Apis cerana*.

2.6.5. Les Bio-pesticides

On ne connaît pas de prédateurs à cet acarien (Riondet, 2010). La recherche s'oriente aussi vers la découverte de virus ayant pour cible le varroa. Ils ne s'attaqueraient qu'au varroa et épargneraient l'abeille, mais la culture de ces virus reste une problématique (Tardieu, 2009).

2.7. Méthode d'estimation du niveau d'infestation

L'estimation du niveau d'infestation est déterminante pour la mise en place des stratégies de lutte, pour l'évaluation de l'efficacité des traitements, ainsi que pour la mise en place de programmes de sélection.

11-3-1 Méthode dite des «langes»

La méthode dite « des langes » consiste à comptabiliser le nombre de *V. destructor* tombés naturellement sur un lange graissé placée sur le sol d'une ruche à fond grillagé. Une corrélation existe entre le nombre journalier de chutes et la population totale d'acariens au sein d'une colonie (Branco *et al.*, 2006 ; Faucon *et al.*, 2007). Pour augmenter la fiabilité de la méthode, la moyenne des chutes journalières doit être établie sur plusieurs jours (adapté, d'après Charrière *et al.*, 1998).

Après traitement total, bien qu'aucune molécule acaricide ne montre une efficacité de 100 %, on peut estimer que si le traitement acaricide est efficace, la population de *V. destructor* récoltée sur le fond des ruches à l'issue du traitement, s'approche de la population totale d'acariens présente au moment de la mise en place de ce traitement.

Il existe une forte corrélation entre la chute de *V. destructor* et l'émergence du couvain de mâles. L'avantage de cette méthode d'estimation du niveau d'infestation par comptage des *V. destructor* tombés sur le fond de la ruche est qu'elle est plus fiable que comparée aux autres méthodes. Elle est également non destructive et peut être mise en place par le apiculteur sans risque. Cette estimation reste toutefois très imprécise. En effet de nombreux paramètres, notamment environnementaux peuvent influencer sur les résultats (Branco *et al.*, 2006 ; Faucon *et al.*, 2007). En outre, cette méthode semble fiable uniquement pour des colonies qui ne sont pas en phase d'effondrement (Branco *et al.*, 2006 ; Lobb et Martin, 1997)

CHAPITRE III. La présentation de l'espèce végétale *Eucalyptus globulus* et huiles essentielles

3.1. Description et classification botanique

L'eucalyptus est un arbre de 30 à 35 mètres, au tronc droit, lisse, grisâtre, qui porte des rameaux dressés également.

Les jeunes feuilles sont bleuâtres, opposées et étroitement attachées sur la tige .les feuilles adultes sont d'un vert sombre, alternées et tombantes.

Les fleurs sont visibles au printemps, naissent à l'aisselle des feuilles. Le calice à la forme d'une toupie bosselée dont la partie large est couverte par un opercule qui se détache au moment de la floraison laissant apparaître de nombreuses étamines mais sans pétales, ni sépales. Le fruit est la capsule anguleuse du calice, il renferme deux types de graines (Metro, 1970). Ses feuilles témoignent de puissantes propriétés médicinales.Sa classification est comme suit :

Règne: Plantae

Embranchement: Spermaphytes

Sous embranchement: Angiospermes **Classe :** Dicotylédones

Sous classe: Dicotylédones

Famille : Myrtacées

Genre : Eucalyptus

Espèce: *Eucalyptus globulus*

3.2. Répartition géographique des eucalyptus en Algérie

Les eucalyptus occupaient une surface de 5 855 hectares dont plus de la moitié dans la région Oranaise (Boudy, 1955).

Actuellement des plantations longent le littoral d'El-Kala et d'Azzefoun. On retrouve cette espèce dans la région de la Mitidja et celle de Hadjout (Foudil-Cherif, 1991).

La répartition géographique de l'*Eucalyptus globulus* en Algérie est représentée Soit tu laisses en tableau en donnant un numéro et un titre soiy tu enlèves le tableau et le contenu sera présenté en texte

Wilaya	BLIDA	BOUMERDES	RELIZANE	SKIKDA	S.BELABAS	SETIF	EL TAREF
--------	-------	-----------	----------	--------	-----------	-------	----------

Partie bibliographique

Nom local	Kafour	Kafour	Calatous	–	Ouerg Kafour	el Calatous	–
-----------	--------	--------	----------	---	-----------------	----------------	---

Superficie 41Ares 93HA 70Ares – 2250 ha 342 ha 10 A 1000

3.3 Généralités sur les huiles essentielles

La norme AFNOR NF T 75-006 (1998) *In* Bruneton, 1993 a donné comme définition d'huile essentielle : « produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des **Citrus**, soit par distillation sèche. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques ».

3.3.1. Rôle physiologique

Beaucoup de plantes produisent les huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante est inconnu (Rai et al., 2003; Mohammedi, 2006).

Selon Roeder (1999), l'octopamine a un effet régulateur sur les battements de cœur, la motricité, la ventilation et la circulation sanguine. Oudjini et al. (2005) ENAN (2000) a fait le lien entre l'application de l'eugénol, de l' α -terpinéol et de l'alcool cinnamique, et le blocage des sites accepteurs de l'octopamine. Il conclut que l'effet peut varier d'un terpène à l'autre et que les huiles essentielles peuvent agir en tant qu'agonistes ou antagonistes du neurotransmetteur.

3.3.2- Composition chimique

Les huiles volatiles sont des mélanges très complexes, les constituants sont principalement des monoterpènes et des sesquiterpènes de formule générale $(C_5H_8)_n$. Les composés oxygénés dérivés de ces hydrocarbures incluent des alcools, des aldéhydes, des esters, des éthers, des cétones et des phénols. On estime qu'il y a plus de 1000 « mono-terpènes » et 3000 de structures sesquiterpènes. D'autres composés incluent des « phenylpropanes » et des composés spécifiques contenant le soufre ou l'azote (Svoboda et Hampson, 1999 *In* Mohammedi, 2006). **La norme ISO : NF T 75-335 (1995) *In* Robert et Lobstein (2005) a donné la composition de l'huile essentielle extraite par expression de l'écorce du *Citrus limon* avec un rendement de 1,2 à 1,5%. Les principaux constituants sont « le limonène » (65 à 70%), le « citral » (1 à 5%), « le β -pinène » (4 à 9%), « le γ -terpinène » (9 à 12%), « le linalol » (1,5%), « le cinéol d'acétate de géranyle », « le nonanal », « le citronellal », « l' α -terpinéol »,**

« le camphène » et « l'α-bisabolène ».

3.3.3- Localisation et lieu de synthèse

Les huiles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : feuilles, fleurs, écorces, bois, racines, rhizomes, fruits et graines. La synthèse et l'accumulation sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante : cellules à l'huile essentielle des Lauracées (*Camphora officinarum*) ou des Zingiberaceae (*Zingiber officinale*), poils sécréteurs des Espèces: *Citrus limon* (Porter, 2001). *Mentha spicata*, des poches sécrétrices des Myrtacées (*Eucalyptus leucoxylon*) ou des Rutacées (*Citrus limon*), canaux sécréteurs des Apiacées (*Daucus carota*) ou des Astéracées (*Anthemistomentosa*) (Garnero, 1991). Plusieurs catégories de tissus sécréteurs peuvent coexister simultanément chez une même espèce (*Schinus molle*), voire dans un même organe (fruits de *Citrus limon*) (Bruneton, 1993).

Les diverses espèces du genre *Citrus* élaborent et stockent, dans des poches schizolysigènes localisées dans la partie externe du mésocarpe du fruit (flavedo), des huiles essentielles. C'est cette localisation particulière qui permet de les récupérer directement par « expression » (Bruneton, 1999).

Les trichomes glandulaires sont le site de synthèse de l'huile essentielle. Les plantes qui manquent de telles structures spécialisées synthétisent et amassent seulement des traces de monoterpène. (Sharma et Maguer, 2003).

3.3.4. Procédés d'Extraction

L'hydrodistillation ou extraction à la vapeur d'eau consiste à immerger directement le matériel végétal (intact ou broyé) dans un alambic rempli d'eau, ensuite porter le tout à l'ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par la différence de densité (Bruneton, 1999).

Dans la distillation à vapeur saturée, le végétal n'est pas en contact avec l'eau. La vapeur d'eau est injectée à travers la masse végétale disposée sur une plaque perforée (Belaiche, 1979). En se dirigeant vers la plante, la vapeur fait éclater les cellules contenant l'essence et entraîne avec elle les molécules odorantes (Padrini et Lucheroni, 1996).

6-2- Expression des épicarpes de Citrus

L'expression des épicarpes se fait par dilacération des agrumes pour libérer le contenu des poches sécrétrices. Ce dernier est récupéré par un procédé physique après agitation. Le procédé classique consiste à exercer, sous un courant d'eau, une action abrasive sur la surface de fruit. Après élimination des déchets solides, l'huile est séparée de la phase aqueuse par différence de densité (Bruneton, 1999 ;Werner, 2002).

3.3.5. Facteur de variabilité

La composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient suivant diverses conditions : l'environnement, le génotype, origine géographique, la période de récolte, leséchage, sa température et sa durée (Smallfield, 2001)

Les facteurs de l'environnement et des pratiques culturales(l'apport d'engrais et l'influence des variations N.P.K., régime hydrique), la température, ladurée totale d'insolation et le régime de vents exercent une influence directe (Bruneton, 1999 ;Couderc, 2001), sans ainsi oublier les facteurs géographiques et édaphiques (Garnero, 1991).

3.4. Toxicité des Huiles essentielles

L'utilisation des huiles essentielles, si elles sont extraites soit par hydro-distillation soit par expression à froid ne présente aucun risque de toxicité, ni aiguë ni chronique (Robert etLobstein, 2005).

Les huiles essentielles contenant des phénols, tels que le thym, la cannelle et le clou de girofle, devraient être employées avec prudence. Les cétones contenues dans l'armoise, la sauge et les huiles d'hysope peuvent ainsi causer la toxicité (Bruneton, 1993 ; Couderc, 2001).

3.5. Utilisation des huiles essentielles

Dans la recherche de la méthode alternative, la lutte biologique offre de nombreuses possibilités qui se développent actuellement dans le règne végétal pour isoler et identifier des composés de plantes qui ont une activité antibactérienne, antioxydante, antifongique et insecticide (Djenane et al., 2002 ; Bousbia, 2004 ; Bouzuita et al., 2008 ; Djenane et al., 2011b).

Selon Leconte et Collin (2006), les huiles pulvérisées sur les abeilles représentent une piste qui est développée depuis plusieurs années sur la base d'observations faites en testant l'effet de kairomones ou d'huiles essentielles émulsifiées dans l'eau sur des abeilles parasitées. Il est en effet souvent rapporté l'intérêt des substances huileuses

dans la répulsion ou la perturbation du comportement des insectes parasites.

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

Discussion :

Les abeilles disparaissent et si cela ne s'arrête pas, c'est bientôt l'espèce humaine qui va disparaître. Selon Aubert et al (2008), les pertes de colonies sont passées de 10 à 20% en moyenne à 30% avec des pertes allant à 50% en hiver, le varroa n'en est pas le seul responsable mais les experts pensent qu'il est le facteur majeur, et il est donc important de déparasiter le plus efficacement possible les colonies tout en préservant les abeilles. Cependant le docteur Marie Audil (2009) a mentionné que les molécules actives des traitements chimiques antivarroa peuvent être à l'origine des effets toxiques parfois graves, et qu'en apiculture en France, le cahier des charges interdit l'emploi des substances de synthèse tel l'amitraz et le tau-fluvalinate.

Pour cela et selon le même docteur certains apiculteurs ont fait recours à l'utilisation des huiles essentielles du thym et de la lavande.

L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides est connue depuis longtemps. Dans certaines régions d'Afrique noire, les feuilles du tabac malaxées dans l'eau étaient utilisées pour lutter contre les moustiques. Au Maroc l'utilisation de plantes contre les invasions des moustiques est une pratique très courante, surtout dans les régions arides.

Actuellement les huiles essentielles commencent à avoir un intérêt très prometteur comme alternatives naturelles à l'usage des produits chimiques. Ces produits font l'objet des études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour les traitements insecticides, acaricides, bactéricides, nématocides et fongicides (Yakhlef 2010).

Le danger majeur du varroa sur l'espèce apicole l'intérêt marqué, et l'efficacité de plus en plus prouvée des huiles essentielles comme insecticide, nous ont incité à proposer cette étude pour tester l'effet acaricide de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* sur le *Varroa destructor*.

Dans notre travail, on a essayé d'identifier la composition chimique de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* après son extraction et de montrer s'il a un effet biocide sur l'acarien *V. destructor*.

1-Extraction de l'huile essentielle :

Sandrine Warrot (2006), montre que 1,7kg de feuille de *Eucalyptus* donnent après trois heures de distillation environ 11,50g d'huile essentielle. S. Zira et al., (2004) ont trouvé un rendement allant de 0,2 à 3,6% ml/100g pour huit différentes espèces d'*Eucalyptus*. Belyagoubi Larbi (2006) montre que les feuilles de *Eucalyptus* ont eu un rendement de 0,64%. Les résultats de notre étude ont donné un rendement de 1,4% presque les mêmes avec ceux obtenus par Osisiogu IUW (1966) qui sont

de 1,6%.

Dans une publication d'un site Lyonnais de vente des huiles essentielles ,il a été mentionné que le rendement en huile essentielle de l'eucalyptus varie entre 1 et 3%, et que le rendement varie l'espèce utilisée.

Zrira et al.,(1994) ont conclu après une étude sur six espèces xérophyles d'eucalyptus au Maroc que le rendement en huile essentielle est relativement intéressant (supérieur à 1%)et que la différenciation revient à l'effet milieu et génétique.

Dans notre étude, l'obtention d'un rendement optimal de 1,4% a été réalisé par la méthode de distillation (entraînement à la vapeur)qui selon Bchir Benjlali (2204) est une technique ancienne mais plus courante.

Sadia Zrira et al.,(1994)montre que l'huile essentielle par son rendement comme par sa composition chimique est sujette de nombreuses variations ,plusieurs facteurs pourraient être à leur origine :l'age des feuilles(Bolland et al.,1982),de l'arbre (Zrira 1992),la nature du sol et du climat (Haji.et al . ,1989),la partie soumise à l'extraction (Baslas et Saxena ,1984) et la période de récolte ,selon Moreira et al .,(1980).

Dans la revue de littérature (2007)Heriène Chiasson et Nadine Beloin ont mentionné que les méthodes d'analyses des huiles essentielles ont beaucoup évolué depuis dix ans et il est maintenant possible d'isoler et d'identifier des composés auparavant inconnus.

Selon Nait Achour (2010),la technique incontournable pour individualiser les constituants d'un mélange reste la chromatographie en phase gazeuse.Nos résultats montrent que le composé majeur de notre huile essentielle n'est autre que le cinéol 1-8 avec 76,33%,le α -pinène vient en deuxième ordre avec un taux de 9,81% suivi par l'allo-aromadendrane+transpénocarvéol avec 3,07% ,le taux limonène +NI n'a pas dépassé 2,55%.Nait Achour (2012)trouve que l'huile essentielle de l'eucalyptus est à dominante cinéol 1-8,spathulénol ou α -pinène, selon le même auteur une teneur supérieur à 70% en cinéol 1-8 ainsi qu'une teneur inférieur ou égale à 0,1% en α ou en β -phéllandréne sont exigés.Dans notre cas le taux en α -phéllandréne n'est que de 0,08%.

De façon générale,on a réussi à identifier un nombre de 25 composés représentant 97% de la composition totale de l'huile essentielle utilisée.

Le taux en composés oxygénés est supérieur à celui des hydrocarbonés avec un pourcentage de 77,63 % entre α -terpinéol et cinéol 1-8 face à 10,77% d'hydrocarbonés α -pinène et para-cymène.

Nos résultats corroborent avec ceux de Nait Achour (2012) qui trouve un taux de 81,82 % de composés oxygénés face à 3,58% pour les hydrocarbonés.

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

2- Activité acaricide de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* :

Contrairement à ce qui était montré par Othamne Salem (2014) lors d'une étude de l'effet biocide du citron sur le varroa et qui a trouvé que ce dernier est inversiblement proportionnel avec le facteur temps, nos résultats montrent un bon effet à 72 heures qui était médiocre à 24 heures et moyennement efficace à 48 heures.

De même pour le facteur dose, notre huile montre une faible toxicité plus ou moins hétérogène entre les trois ruches traitées par la dose D1(25%). Cette toxicité s'augmente avec une forte homogénéité à la D2(50%), mais la plus forte toxicité est celle de D3(75%) qui est plus ou moins hétérogène.

Jean Pierre Chapleau (2003), lors d'une étude de développement d'une stratégie de lutte intégrée et sélection pour la résistance de l'abeille a insisté sur l'échantillonnage en mortalité naturelle pour connaître le taux d'infestation avant l'intervention chimique ou biologique.

Les mêmes remarques sont prises lors du traitement *in vitro*, la population résiduelle est trop forte à 24 heures alors qu'elle diminue après 48 heures et atteint son seuil minimal à 72 heures. Identique à l'effet temps, les résultats de l'effet dose du traitement nous ont permis de constater que nos trois doses ont eu une faible toxicité à la D1 mais une diminution remarquable à la fin de la population résiduelle de l'acarien à la D2 et D3.

Cela nous amène à conclure le pouvoir acaricide de notre huile essentielle qui a pu, grâce à sa riche composition chimique atteindre le site ciblé du *Varroa jacobsoni*.

Le comptage de la population et l'estimation du taux d'infestation du varroa dans l'expérience du traitement en plein ruchet reste la seule contrainte.

Dans le test *in vitro*, la population résiduelle a atteint 0% après 72 heures, ce qui valide le taux élevé de mortalité dans les conditions naturelles.

Pour une durée de 24 heures, nos trois doses n'ont pas marqué une grande différence d'efficacité et qui était entre le faible et le moyen effet, alors qu'après 48 heures, toutes les doses ont eu des effets qui s'intègrent dans l'intervalle de la bonne toxicité avec une légère différence entre D1, D2 et D3.

À 72 heures les trois doses de notre huile essentielle ont très bien joué leurs rôles, en donnant une très forte toxicité presque identique.

En 2012 l'ITSAP-institut de l'abeille, selon Julian Vallon et Alexandre Dangéant a enregistré une efficacité moyenne très décevante après un traitement à base d'huile essentielle d'anis vert et une autre d'origan d'Espagne appliquée sur 15

ruches à raison de deux applications à une semaine d'écart de 2 grammes de chaque huile. Les deux auteurs ont pensé que le résultat chétif revient à la faible concentration utilisée lors du traitement. Alors dans un autre numéro de la lettre de l'ITSAP-institut de l'abeille 2014,c'est deux chercheurs ont montré qu'un mélange de 267 ml contenant 250 ml de l'huile essentielle de l'eucalyptus globulus,4 ml de l'huile de géranium, 4 ml de lavande, 4 ml de *girofle* et 1 ml de vétier, appliqué à une température de 18° à 28° C en fin de printemps, début d'été inhibe efficacement la ponte de l'acarien *V destructor*.

Le vétérinaire Gilles Grosmond (2010),a insisté et montré,lors d'une étude sur le *Varroa jacobsoni* que le role de l'huile essentielle si appliqué sur le varroa n'est plus acaricide mais elle perturbe la relation olfactive du parasite à son hote,par conséquence le *Varroa jacobsoni* est désorienté, sa reproduction est perturbée et le développement des populations de l'acarien stagne ou ralenti.Selon ce même docteur cette propriété es huiles essentielle revient primo à sa composition chimique, secundo à la durée d'application et en dernier à la dose utilisée.

Pomo et al.,(2004),ont montré qu'une très faible dose de 0,079 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ de l'huile essentielle de *eucalyptus globulus*,a un effet acaricide.Ils certifient nos résultats en notant que l'activité acaricide de l'huile essentielle de *eucalyptus globulus* n'arond pas en partie avec la dose utilisée et traitement tra pris de

Concernant ses propriétés antivirales et antiparasitaires,Warrot (2006)les explique par sa forte activité antivirale et antiparasitaire chez les ruche plus globulus 70%.

D'autres pouvoirs antibactériens reviennent selon le même auteur aux composants de faible concentrations de notre huile tel p-mycène, β pinène, α pinène,.etc.

Zhiri (2006) avance que l'efficacité des huiles essentielles dépend essentiellement de leurs compositions phyto-chymiques.Plus l'huile essentielle est riche en substances actives, plus son pouvoir biocide est important.

Selon Jocelyn Marceau(1997) l'usage de l'huile essentielle de sauge et du thym n'engendre aucune diminution du rendement de la ruche. Durant notre expérience, on a conclu que l'huile essentielle de *eucalyptus globulus* n'a aucun effet nocif sur l'abeille,son application n'a engendré aucun stress aux ouvrières,l'activité de la ruche garde son potentiel,la réne et les males continuent leurs reproduction d'une façon très normal.

Nos résultats se concordent avec ceux de Piere Jovenazol et al .,(1998)et qui montrent qu'un traitement à base de l'huile de thym à43% n'engendre aucun effet nocif sur l'abeille.

En revanche Jocelybne Marceau confirma avant cette expérience la forte toxicité du

mélathion et du coumaphos vis-à-vis des abeilles, alors que le fluvalinate et l'amitrazé ont provoqué très peu de mortalité chez les abeilles.

L'efficacité de notre huile est remarquable, soit en conditions naturelles que contrôlées. Sa nocivité sur le *Varroa destructor* est vraiment approuvée malgré que son processus d'intervention n'est pas encore bien connu. L'avantage de notre huile est qu'elle ne présente aucun effet indésirable sur l'*Apis mellifera*, à contrario à beaucoup d'autres pesticides ou huiles essentielles varroacides.

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

CHAPITRE V. RÉSULTATSET INTERPRÉTATION

1- Résultats d'extraction de l'huile essentielle

1-1 Influence du temps d'extraction sur le rendement en huile essentielle de *Eucalyptus globulus*

La détermination de l'évolution du rendement de l'huile essentielle de l'eucalyptus en fonction du temps est illustrée dans la Figure (43).

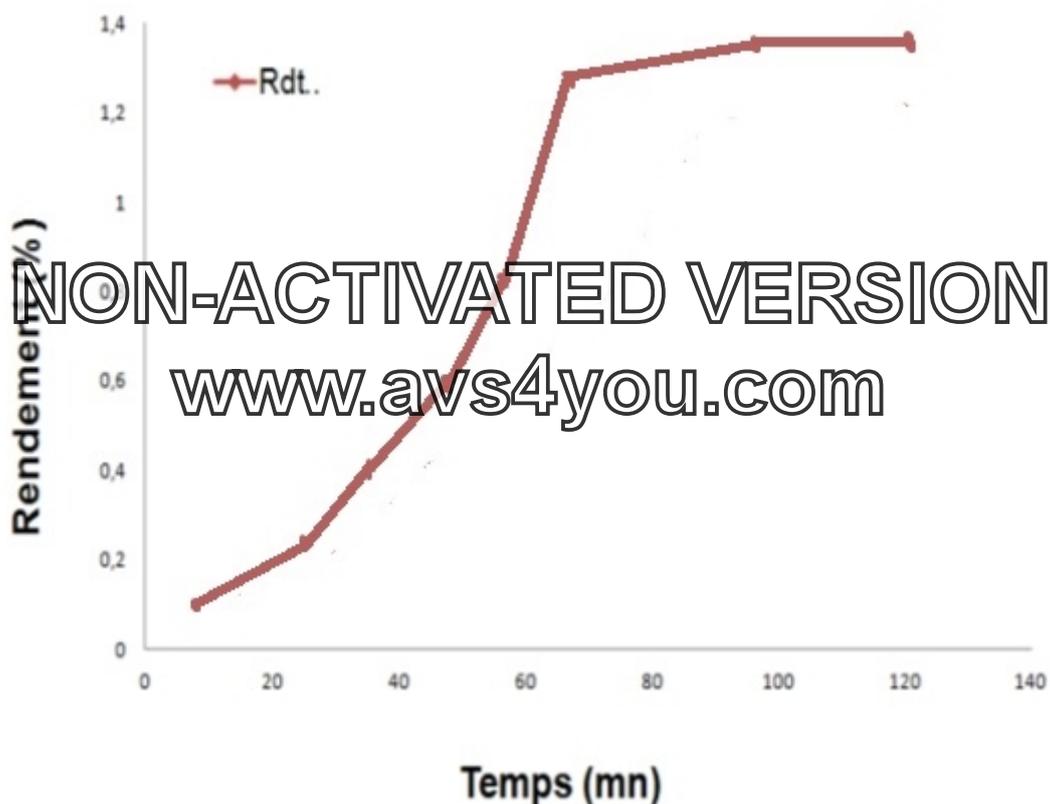


Fig.41: Evolution du rendement en huile essentielle en fonction du temps d'extraction

En se basant sur la Figure (43) il est constaté que l'allure générale de la courbe est croissante et qu'elle tend vers un palier au bout de 120 minutes.

En effet, la cinétique d'extraction de l'huile par entrainement à la vapeur indique

une augmentation dans l'intervalle du temps de 15 à 120 mn le rendement augmente rapidement durant les soixante premières minutes, son évolution devient plus lente par la suite pour atteindre un rendement égal à 1.3 % présenté dans la figure (43) montrant la variation de la teneur relative de l'huile essentielle en fonction de la date de cueillette des feuilles d'eucalyptus. A l'issue de ces résultats, il serait économiquement rentable de fixer la durée de cette huile à 90 minutes.

1-2 La composition chimique de l'Huile essentielle de *Eucalyptus globulus*

Les résultats de l'identification qualitative et quantitative des composés chimiques par « CG » d'HE est obtenue par les données de la masse des spectres :

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

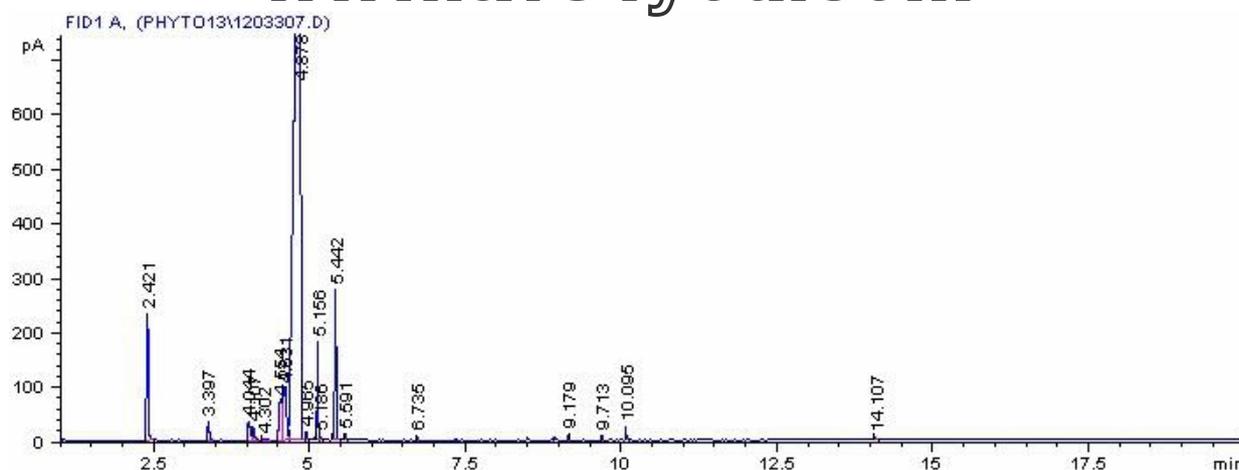
Tableau. 4 : Composition chimique de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*.

Les composants	Le pourcentage %
isovaléraldéhyde	0,12
α pinéne	9,81
camphène	0,07
B pinéne	0,29
myrcène	0,23
α phellandrène	0,08
α terpinéne	Traces
Limonène +NI	2,55
α terpinène	1,24
Cis β ocyrène	1,78
γ terpinéne	0,06
paracymène	0,96
terpinoléne	Traces
Para-diméthylstyrène	Traces
αgurjunéne	0,05
linalo	Trace
pinocarvone	1,01
Terpinéne-4-ol	0,27
Aromadendréne	0,55
Allo-aromadendréne+Trans pinocarvéol	3,07
α terpinéol+terpényl acétate	

Lédène	1,30
myrténol	0,12
Géraniol	0,06
Globulol	Traces
	0,76

Tableau : Les principaux constituants d'HE de *Eucalyptus globulus*

Le tableau montre les différents composés de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*, le Cinéol 1-8 est le composé majeur avec 76,33%, appelé aussi eucalyptol, est un monoxyde de bicyclic sesquiterpénique. Il a une odeur de menthe qui rappelle à la fois la menthe et le camphre, incolore, fortement refroidie et se solidifie en une masse cristalline et fusible à 12°C (Sandrin, Wappt, 2006)



FFig.42 : Le chromatogramme du composé majoritaire le «Cinéol 1-8»

- L'axe (x) représente le temps de rétention.
- L'axe (y) c'est l'abondance relative
- Le pourcentage du composé est l'air sous le pic

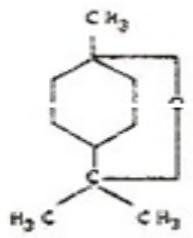


Fig 43 : Représentations de la molécule du Cinéol 1-8

2- Évaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle

2-1 Évaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle à base de l'*Eucalyptus globulus*

La fluctuation de taux de mortalité des différents stades de développement de l'acarien *Varroa destructor*, a été évaluée sous l'effet de l'huile essentielle testée *in situ*.

Le taux de mortalité est estimé par le comptage de la chute de l'acarien sur les langes après traitement en fonction du temps et des doses d'applications.

Le taux de mortalité montre un effet choc de l'huile essentielle à 24 heures. Cependant, on note que l'effet de l'huile essentielle se révèle efficacement fort au bout de 24h, s'affaiblie à 48h pour atteindre un nombre restreint à 72h. La figure (47) montre une très forte efficacité de l'HE allant de la faible dose (D1), à la dose (D2) et enfin à la plus forte dose (D3) à 24 heures.

2-2 Etude comparée de l'efficacité de l'huile essentielle à base de l'*Eucalyptus globulus*

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.) de manière à évaluer la variation du taux de mortalité des populations en fonction des doses de l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus*.

Ce modèle permet d'étudier l'effet strict et individuel des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre les facteurs. L'ensemble des résultats d'analyses sont insères dans la Figure (47).

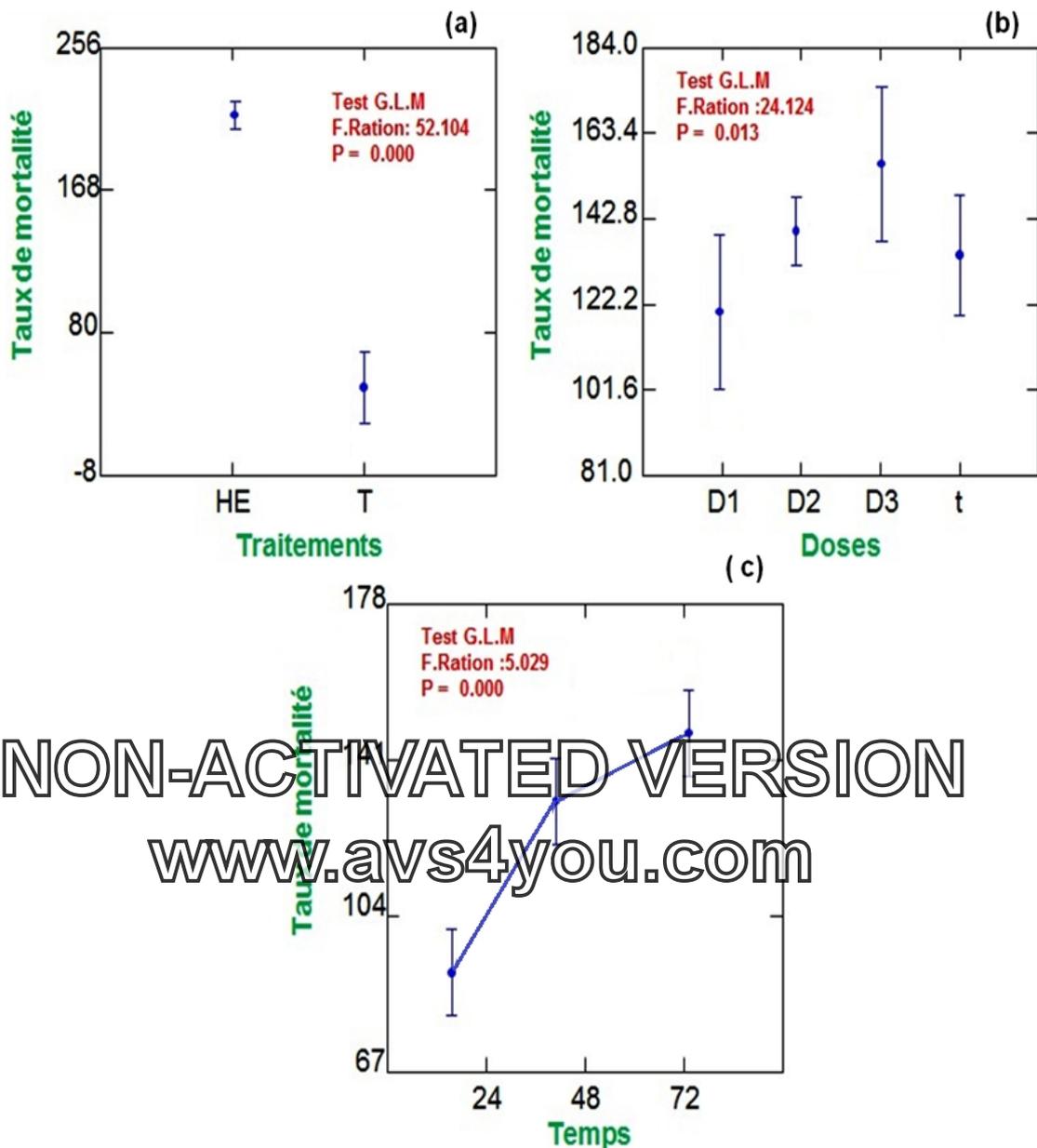


Fig.44 : Effet comparé de la variation du taux de mortalité des populations de *V. destructor* sous l'effet de l'huile essentielle à base de l'eucalyptus globulus (**a**: produits, **b**: doses, **c**: périodes)

La composition chimique de l'huile essentielle de l'eucalyptus globulus sur les populations d'acarien traité présente une forte toxicité (Fig.44). Les résultats obtenus montrent l'importance du facteur temps sur l'efficacité du traitement utilisé. Par suite, ces derniers présentent à 24h une forte toxicité sur les populations, deviennent moyennement toxique à 48h pour atteindre un taux de mortalité faible à 72 h. L'effet des doses de l'huile testée sur le taux de mortalité du varroa révèle par le GLM,

l'application des doses (D3) et (D2) de l'huile essentielle présentent une forte toxicité 89% alors que l'application de dose (D1) montre une moyenne toxicité (55) % (Figure.44).

2-3 Évolution temporelle de l'efficacité de l'huile essentielle à base de *Eucalyptus globulus* *In vitro*

Les populations résiduelles obtenues par le test *in vitro* sont estimées à travers la différence entre la disponibilité des individus avant et après traitement. Une projection a été réalisée en faisant ressortir la fluctuation des populations résiduelles en fonction du temps, et des doses d'applications.

L'évolution temporelle des populations résiduelles montre un effet répressif de l'huile essentielle s'étalant sur une période après traitement de 24 à 72 heures. Cependant, on note que l'effet de l'huile essentielle se révèle efficacement moyen au bout de 24h, s'accroît à 48h pour atteindre son efficacité maximum. Figure (45) montre une efficacité croissante et graduelle de l'huile essentielle allant de la faible dose (D1= 05), à la dose (2) et enfin à la plus forte dose (D3).

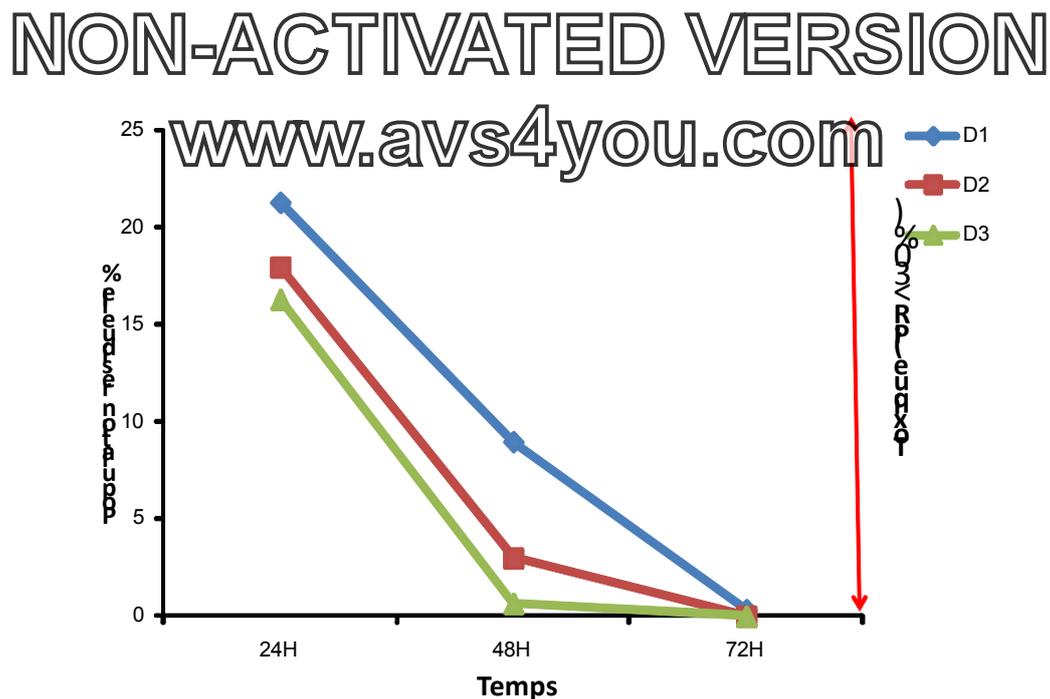


Fig.48 : Évolution temporelle des populations résiduelles du *V. destructur* sous l'effet de l'huile essentielle à base de *Eucalyptus globulus*

2-4 Etude comparée de l'efficacité de l'huile essentielle à base de *Eucalyptus globulus*

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.) de manière à évaluer la variation temporelle de la structuration des populations résiduelles en fonction des doses de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*.

Ce modèle permet d'étudier l'effet strict et individuel des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre les facteurs. L'ensemble des résultats d'analyses sont insérés dans la Figure (46).

La composition chimique de l'huile essentielle de l'eucalyptus sur les populations résiduelles présente une forte toxicité (Fig.46). Les résultats obtenus montrent l'importance du facteur temps sur l'efficacité du traitement utilisé. Par suite, ces derniers présentent à 24h une moyenne toxicité sur les populations résiduelles ($43 < PR < 60\%$), deviennent fortement toxique à 48h ($PR < 19\%$) (Fig.46) pour atteindre le maximum à 72 h ($-5 < PR < 10\%$).

L'effet des doses de l'huile testée sur le taux des populations résiduelles révélé par le GLM, l'application de doses (D1) de l'huile essentielle présentent une forte toxicité ($PR < 22\%$) alors que l'application de dose (D1) montre une moyenne toxicité ($28 < PR < 35\%$) (Figure. 46).

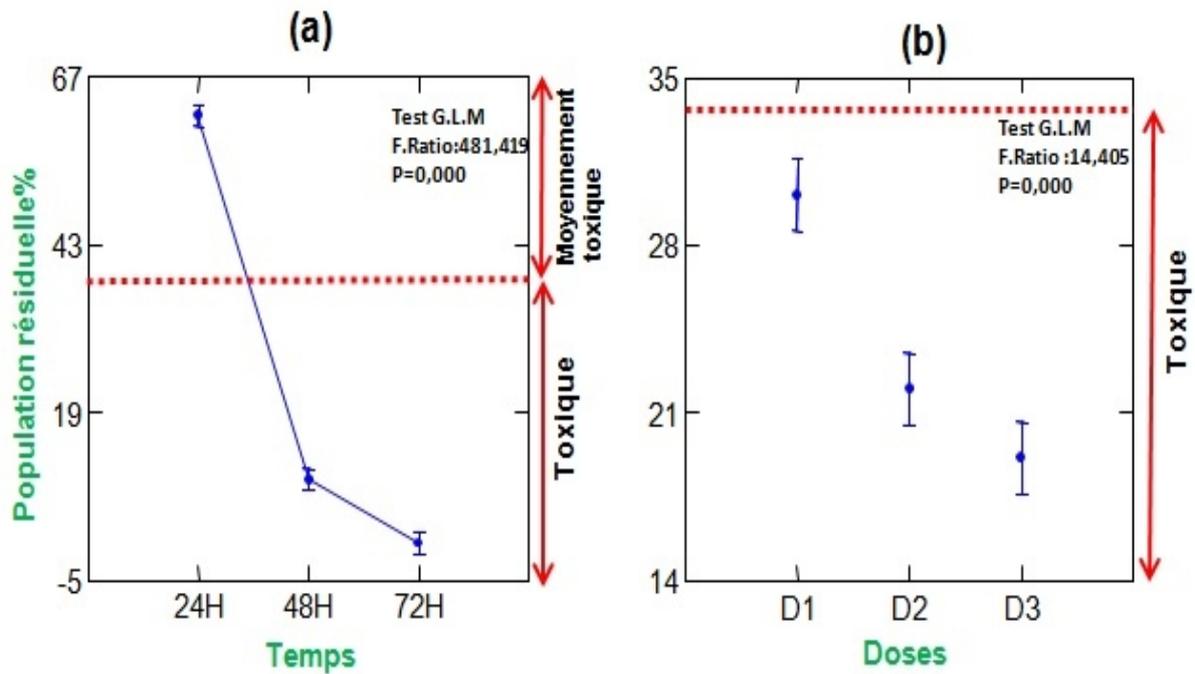


Fig. 49: Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *V. destructor* sous l'effet des différentes doses de l'huile essentielle à base de l'Eucalyptus globulus (**a** : périodes, **b** : doses).

Les résultats de la figure (47) mettent en évidence l'effet net et très important du facteur dose. Il apparaît une relation étroite entre la dose du traitement et la période après traitement. Après 24h, toutes les doses de l'huile essentielle à base d'eucalyptus ne signalent qu'une légère toxicité ($PR \geq 60\%$) Fig. (47a) alors qu'après 48h, le traitement appliqué à la dose (D2) et la dose (D3) offrent une moyenne toxicité ($43.8\% < PR < 60.4\%$). Après 48h, on remarque que le temps favorise une meilleure toxicité pour tous les traitements appliqués à différentes doses. L'huile essentielle enregistre un taux de populations résiduelles bas ($PR < 10.6\%$) à 72 heures avec toutes les doses appliquées Fig. (47 b, c).

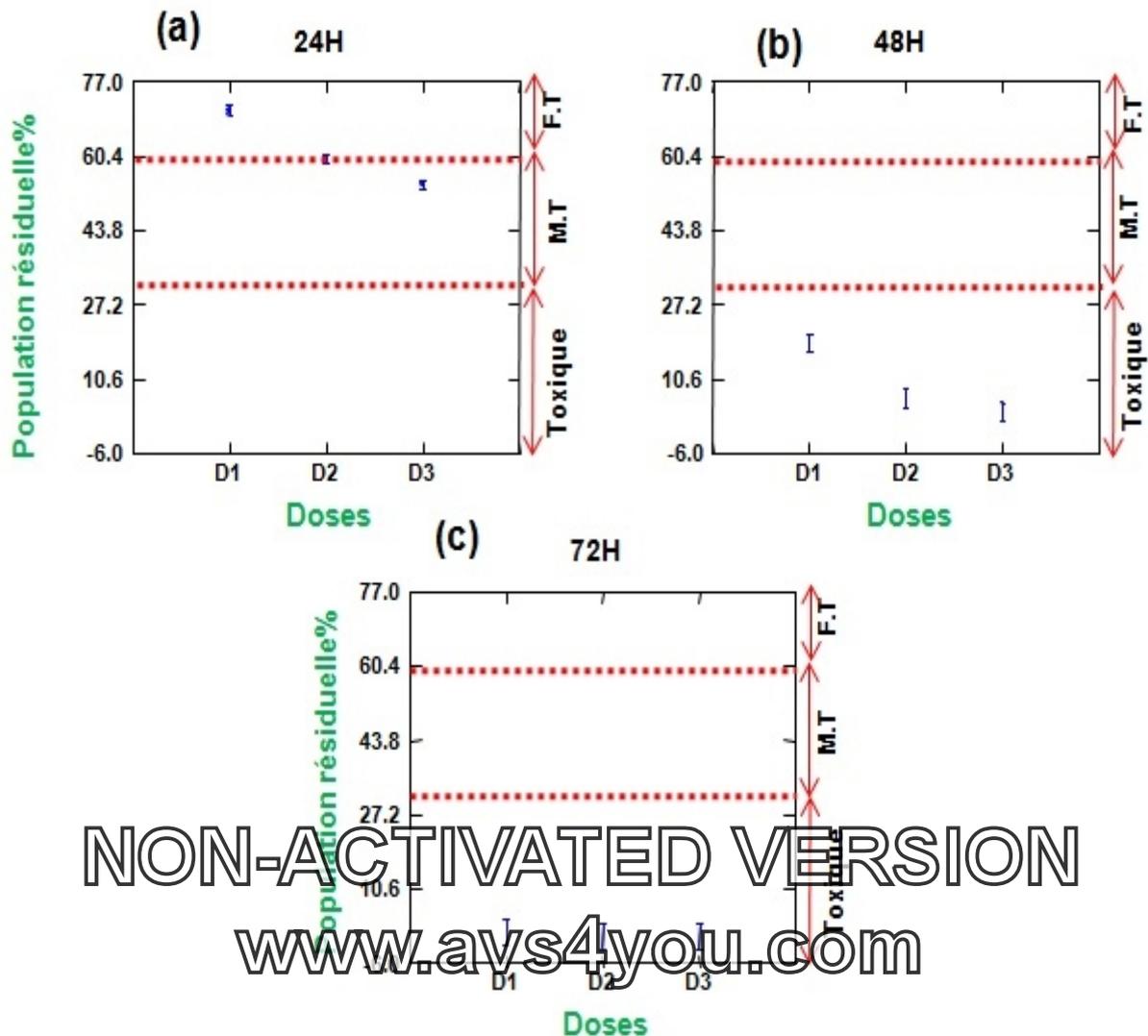


Fig.47: Effet comparé des populations résiduelles de *V.destructor* à l'égard des différentes doses de l'huile essentielle à base de l'eucalyptus (a: après 24h, b: après 48h, c: après 72h).

2-5 Variabilité de l'efficacité acaricide sur l'acarien *Varroa destructor*

Pour chacune de méthode de traitement de l'huile essentielle de l'eucalyptus, nous avons comparé les taux de la population résiduelle en effectuant une A.C.P. Dans les deux cas, une synthèse de la variabilité de l'huile essentielles et de chaque dose appliquée a été effectuée.

Sur les deux doses des trois étudiées, nous observons une séparation des enveloppes correspondant à l'effet biocide du traitement. Pour l'effet précoce, nous observons un chevauchement de l'abondance de la population, tandis que celle des périodes de 48h et 72h sont toujours réparties vers le côté positif de l'axe 1 (Fig.48).

Nous observons une séparation des enveloppes correspondant à l'effet précoce, ainsi qu'un chevauchement de la population résiduelle.

L'enveloppe 1 (effet précoce), l'effet de la forte dose (D3) et de la moyenne dose (D2) se différencie de la faible dose (D1). L'huile essentielle de l'écorce de citron semble avoir un effet sur l'acarien testé. En revanche, les faibles doses (D1) de l'huile essentielle supposent avoir un effet répressif sur les sujets testés.

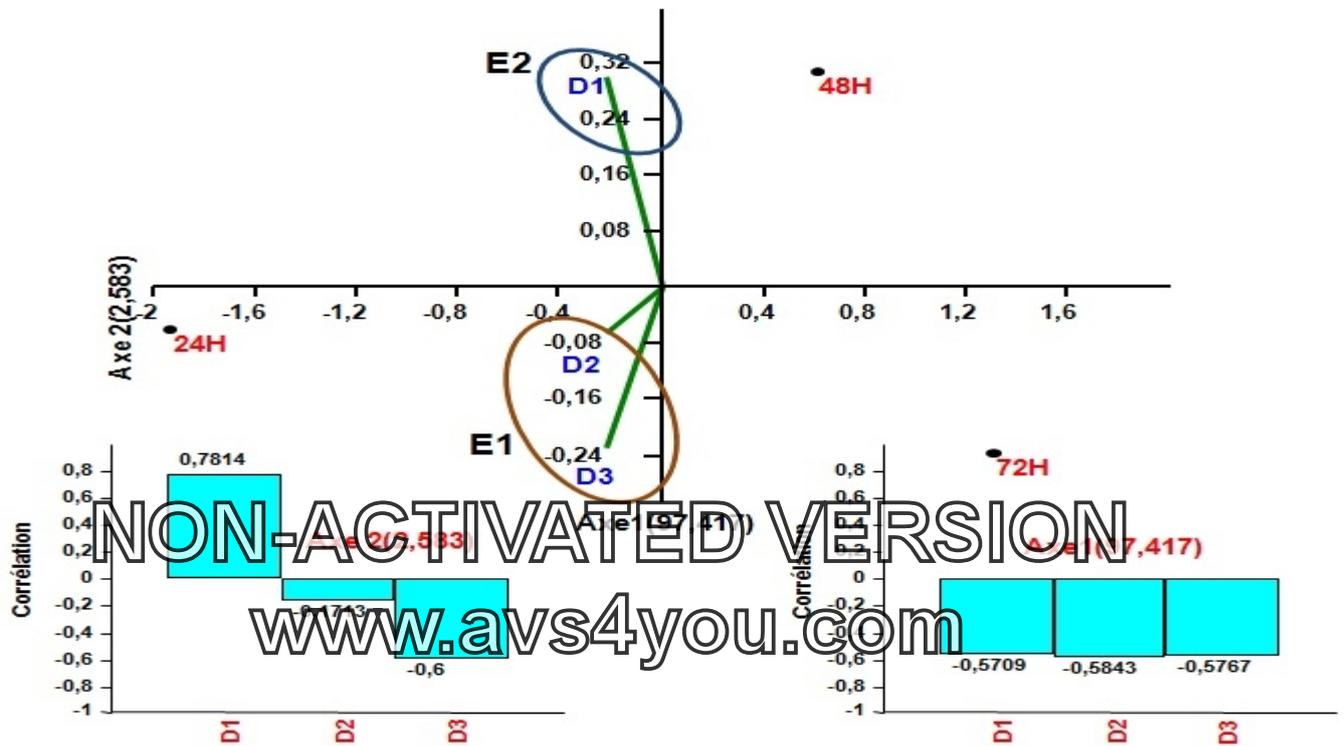


Fig.51 : Projection de l'effet acaricide de l'huile essentielle sur les axes 1 et 2 des A.C.P.

Conclusion

Les huiles essentielles sont déjà connues par leur fort pouvoir pesticide, grâce aux matières actives qu'elles contiennent. Dans notre travail, on a essayé d'évaluer l'efficacité acaricide de l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus* à différentes concentrations, pour déterminer son effet acaricide sur le *Varroa jacobsoni*. L'huile essentielle étudiée a montré de fortes potentialités qui doivent être exploitées dans la lutte alternative contre le *Varroa destructor*. Elle ne semble avoir aucun effet nocif contre l'abeille tellienne et ceci n'est grâce à sa composition chimique qui nous a été révélée par la chromatographie réalisée après son extraction. Elle nous a permis de déduire les points suivants :

- ✓ La cinétique d'extraction d'HE de l'*Eucalyptus globulus* a montré un rendement de «1,4%».
- ✓ L'élément majeur de notre huile essentielle est le cinéol 1-8 avec 76,33%.
- ✓ La chromatographie nous a permis de connaître à 97% la composition chimique de l'huile essentielle, qui englobe 25 éléments de nature oxygénés en majorité.

L'efficacité du bio-acaricide utilisé dans cette étude nous indique que l'huile essentielle à base de *Eucalyptus globulus* a une efficacité sur le varroa et aucun effet néfaste sur les abeilles (pas d'abeilles mortes au fond de la ruche suite au traitement).

Les résultats relatifs aux traitements biologiques par notre huile essentielle, testée sur la population du varroa cible ont montré que :

- ✓ Les applications réalisées sur le rucher ont enregistré un effet graduant de 24 heures à 48 heures et de 48 à 72 heures, cela pourrait être expliqué soit par la durée du traitement qui tant longue tant efficace.
- ✓ Les applications réalisées dans les conditions contrôlées (*in vitro*) ont montré une efficacité graduelle à partir dès premiers 24 heures, puis qui augmentaient progressivement dans le temps jusqu'à 48 heures pour atteindre le maximum aux alentours de 72 heures.
- ✓ Toutes les doses testées dans cette étude ont présenté une toxicité à l'égard de l'acarien testé.

Nous pouvons conclure qu'à ce stade d'étude, l'acarien a montré une sensibilité accrue à toute la gamme de substance testée. Cette sensibilité est en

Conclusion

fonction des doses utilisées, des temps d'exposition et de mode d'action.

Le mécanisme d'action de l'huile essentielle reste à déterminer malgré que son efficacité a été bien prouvée. Il est fort probable que c'est grâce aux odeurs émises par les matières actives des huiles que la relation olfactive qui mène le varroa à son hôte est perturbée, alors l'acarien perd l'abeille. Il ne se nourrit plus et par conséquent meurt sans se reproduire. Comme il est possible que les huiles tuent directement le varroa par la voie systémique en pénétrant à son intérieur ou par inhalation.

Enfin, il est à démontrer le pouvoir de cette huile, afin d'homologuer des produits en vue de leur commercialisation. L'effet de chaque composant est aussi à démontrer en vue d'être utilisé comme molécule mère.

En clôturant notre mémoire, je rappelle les mots de Mathias Thun *“ L'abeille est entièrement dépendante de l'homme et nous devons lui consacrer beaucoup de temps”*.

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Achou, M. et Rouibi, A. 2009. Morphometrical study of parasitic bee mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in Algeria. *Proceeding Apimondia*, 41st, 15-20 septembre, Montpellier, France.
- Acta (2008) Index Phytosanitaire ACTA 2008, 44^e edition, Technique 149 rue de Bercy 75595 Paris.
- Afssa. (2008) Mortalité effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles. Document Technical. Report EFSA 2008-428 .final. Pdf. Sbinary .true. 154, 1-28.
- Albisetti, J. (1998) Pathologie : un groupe d'agents pathogènes de l'abeille : *Spiroplasma apis*. OPIDA. Bulletin Technique Apicole 101, (25), 5.
- Alétru, F (2008) Les abeilles vont-elles disparaître ? L'Oiseau magazine 90, 24 - 27.
- Alix, A., Delos, M., Mercier, T. (2008b) Risks to bees from dusts emitted at sowing of coated seeds: concerns, risk assessment and risk management. ICPBR meeting, (Nairobi) 11-13 October 2008, 8-11 October 2008, Lucerne
- Alphandery R. La route du miel – Le Grand Livre des Abeilles et de l'Apiculture, Paris, Nat'apimondia, 2009
- Alphonse J (2011). Un petit rucher bio, éditions plaisirs nature, p.88
- Anderson DL, Sukarsih D (1996). Changed *Varroa jacobsoni* reproduction in *Apis mellifera* colonies in Java. *Apidologie*,27, 461-466.
- Anderson, D.L. et Trueman, J.W. (2000) *Varroa jacobsoni* (Acari : Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology* 24, (3), 165-189.
- Anonyme (2011). *Apis mellifera*. In : *Wikipédia* [en-ligne], (modifiée le 16 novembre 2011), [Apis_mellifera&oldid=62595310](https://fr.wikipedia.org/wiki/Apis_mellifera&oldid=62595310)] (consultée le 25 novembre 2011).
- Anonyme (2012)a. Bee fun.beefun-cde.blogspot.com.
- Anonyme (2012)c. Futura nature.Futura-sciences.com.
- Axel D(2005) Influence of pesticide residues on honey bee colony health in France.
- Bacher R (2006). L'ABC du rucher bio, éditions terre vivante, p.69.

- Bachelot T, Ama B, Savasta M, Manier M, Verna J M et Faurestein C (2007). Evidence of dopamine D₂ receptor mRNA expression by striatal astrocytes in culture. *Molecular brain research*. Vol19.
- Baker T C (1984). Optomotor anemotaxis polarizes self-steered zigzagging in flying moths. *Physiological entomologie*.
- Baslas et Saxena (1984). Chemical examination of essential oil from the fruits of *Eucalyptus globulus*.
- Belaïche P., 1979. Traité de phytothérapie et l'aromatothérapie. Tome I L'aromatogramme. Ed : maloine S.A., Paris, 204 p.
- Belaid M, Doumandji S (2010). Effet du *Varroa destructor* sur la morphométrie alaire et sur les composants du système immunitaire de l'abeille ouvrière *Apis mellifera intermissa*. *Lebanese Science Journal*, 11, 83-90.
- Benazedine S.(2010). Activité insecticide des huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (coleoptera, Curculionidea) et *Tribolium confusum*. Mémoire de fin d'étude.
- Benjalal El M. (2004). Matériel végétal et extracteur.
- Biri, M. (2007). Les huiles essentielles d'aromathérapie moderne. De Vecchi Editions. Paris, pages 109-137.
- Boudy P.(1955). Economie forestière nord Africaine. Description forestière de l'Algérie et la Tunisie. Larousse4.
- Bouguera A., Berkani M. I., Ghalemz.S et Benyoucef M.T(1995). Contribution à l'étude de l'homogénéité de la race locale « *Apis mellifera intermissa* » dans les différentes régions du nord de l'Algérie " Institut national agronomique el-harrach 16200 alger (algérie)
- Bousbia N (2004). Extraction et identification de quelques huiles essentielles (nigelle, coriandre, origan, thym, romarin). Etude de leur activité antimicrobienne. Thèse de magister. INA. Algérie.
- Bouzuita et al. (2008). Composition chimique et activité antioxydante, antimicrobienne, insecticide de l'huile essentielle *Juniperus phoeniceae*.
- Branco MR, Kidd NAC, Pickard RS (2006). A comparative evaluation of sampling methods for *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) population estimation. *Apidologie*, **37**, 452-461.

- Bruneton J., 1993. Pharmacognosie et phytochimie, plantes médicinales. Ed : Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 915p.
- Bruneton J., 1999 .Pharmacognosie – Phytochimie-Plantes médicinales. 3e éd., Tec et Doc, Paris, 39 : 293-303.
- Buchler (2003).Oxalic acid treatments for *Varroa destructor* control.
- Caillas, A. (1986). Les méthodes modernes d'apiculture à grand FNO-MAN, FNOSAD, Manuel de l'apiculteur spécialiste, FNOSAD, 110 p.Centre Suisse de recherche apicoles. *comportementales, chimiques et génétiques*. Thèse de doctorat, Paris Sud, France, 199 p.
- Channane N, (2010). Réhabilitation et préservation de l'abeille saharienne . art, ITELV.
- Charrière J D, Imdorf A, Kilchenmann V, Bachofen B, Bogdanov (1998). Comment faire face à la recrudescence du varroa résistant? *communications de la section apiculture*, 28.
- Carpiou P(2003) Varroose, réels problèmes d'une apiculture de lutte intégrée et sélection pour la résistance et sélection pour la résistance de l'abeille.
- Choquet, J. (1999) Varroose et sélection pour la résistance de l'abeille.
- Clement H. (2006). Le Traité Rustica de l'Apiculture, 2° Edition, Paris,
- Clément H (2011). Les bons gestes de l'apiculteur, rustica éditions, p.33
- Colin, M.E., Fernandez, G.P. et Ben Hamida, T. 1997. Varroasis. *Options Méditerranéennes*, série B, (25) : 121- 142.
- Colin. ME (1989). Pouvoir pathogène de *Varroa jacobsoni* et conséquences pour la conduite du traitement de la varroatose de l'abeille. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 8, 221-226
- Colin. ME (2011) Bases de traitement de la varroose. *Polycopié de cours*.
- Colin. ME, Garcia- fernandez P, Ben hamida. T (1999) Varroosis. *In* : Colin
- Couderc G (2001).Gestion durable et certification des forêts. Informations brèves.
- Djinane D., Sanchez-Escalante A., Beltran J.A., Rancales P (2002). Ability of α -tocopherol, taurine rosemary in combination with vitamine C, to increase oxtative

stability in modified atmosphere. Food chemistry, 76, 407-415.

- Djinane D., Yanguela G., Amrouche T., Boubrit S., Bousaad ., N & Roncales P (2011a). Chemical composition and antimicrobial Effects of Essential oils of *Eucalyptus globules Martys communes* , *Saturija hortensis* against *Eschirichia coli*0157:H7 and *Staphelococcus aureus* in minced beef food.
- Donzé, G. 1995. Adaptations comportementales de l'acarien ectoparasite *Varroa jacobsoni* durant sa phase de reproduction dans les alvéoles operculées de l'abeille mellifère, *Apis mellifera*. Thèse de Doctorat, Université de Neuchâtel, 159p.
- Douhet et al, 1977 : l'abeille de A à Z. embryologie, anatomie 88p.
- Ellis JD, Zettel Nalen CM (2010). *Varroa* Mite, *Varroa destructor* Anderson and Trueman (Arachnida: Acari: Varroidae). In: University of Florida, document EENY-473.
- Faucon, J.P., Drajnudel, P, Chauzat, M.P. et Aubert, M. (2007a) Contrôle de l'efficacité du médicament Apivar ND contre *Varroa destructor*, parasite de l'abeille domestique. Revue de Médecine Vétérinaire.
- Faucon J.P, Drajnudel P, Fléché C (1996). Varroose : mise en évidence de la résistance du parasite *Varroa destructor* par l'usage de l'acétaminophène. Létal moyen.
- Faucon, J.P., Mathieu, L., Ribière, M., Martel, A.C., Drajnudel, P., Zeggane, S., et al. (2002). Honey bee winter mortality in France in 1999 and 2000. Bee World 83, (1), 14-23.
- Faucon, J.P., Vitu, C., Russo, P. et Vignoni, M. (1992) Diagnostic de la paralysie aiguë : application à l'épidémiologie des maladies virales en France en 1990. Apidologie 23, (2), 139-146.
- Fries I et Camazine S (2001). Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology. Apidologie 32 (2001) 199-214
- FOUJIL-CHERIF Y., 1991 - Etude comparative des huiles essentielles algériennes d'*Eucalyptus globulus* labill. et *camaldulensis*. These magister. U.S.T.H.B., Alger, 159p.
- Garrido C, Rosenkranz P (2000). The reproductive programs of female *Varroa destructor* mites is triggered by its host, A.N.
- Garnéro J., 1991. Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur

gout . Le miel et les hommes, Thionville, Gérard Klopp, 1991, 249p.

- Giovenazol P, Morceau J et Dubay Sylvain, 1999, essais préliminaires sur le traitement de colonie d'abeille *Apis mellifica* infestée par *Varroa jacobsoni* en chambre d'hivernage.
 - Grosmond G (2010). Confusion olfactive ; une méthode de lutte contre *Varroa destructor*, Alter Agri n°99.
 - Gustin Y (1984). Les abeilles et nous, Syndicat national d'apiculture.
 - Haji F, Elidrissi A, Fkih tetouani S et Belakhdhar J (1989) Etude des compositions chimiques de quelques espèces d'eucalyptus du Maroc. Elbirunya, rev. Mar. Pharm.
 - Hostettmann K (1997). Strategy in the search for new bioactive plant constituents. Refdoc.fr.
 - Imdorf, A. et Gezig, L. (1991) Guide d'évaluation de la force d'une colonie. Centre Suisse de Recherche Apicole. Station de Recherches Laitière. Liebefeld, Ch-3003 Berne. 4 pages.
 - Jean-Prost, P. (1987). Apiculture, connaître l'abeille-conduire le rucher, Sixième édition. Paris : Solar Nature, 59 p.
 - Klöppel et Kördel (1997). Pesticide volatilization and exposure of terrestrial ecosystems. Chemosphere 35.
 - Koch H et Weisser P (1997). Exposure of honey bee during pesticide application under field condition. Apidologie.
 - Kralj, J. and Fuchs, S. 2003. Influence of *Varroa destructor* on flight behaviour of infested bees. *Proceeding Apimondia 38 th*, Slovenia, p. 480.
 - Lafleche B (1991). Guide pratique de l'apiculture amateur, Paris : Solar nature, 78p.
 - Laubb et Martin (1997). Antiparasitic activity of some New Caledonian medicinal plants.
- NON-ACTIVATED VERSION**
www.avs4you.com
- Le Conte, Y. 1990. Contribution à l'étude des relations abeille-Varroa: approches
 - Le conte Y, Arnold G, Desenfant PH (1990a). Influence of brood temperature and hygrometry variation on the development of the honey bee ectoparasite *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata : Varroidae). *Environ. Entomol.*, 19, 1780-1785.

- Leconte Y, Collin ME (2006). Mortalité , effondrement et affaiblissement des colonies. Entomologie papers from other sources.
- Lodesani M., Crailsheim K., Mortiz R.F.A., 2002 Effect of some characters on the population growth of mite *Varroa jacobsoni* in *Apis mellifera* L. Colonies and results of a bidirectional selection. J. Appl. Ent., 126, 130-137
- Martin, S. J. (1998). A population model of the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. Ecological Modelling 109, (3), 267-281.
- Metro A (1970). Eucalypts in the mediterranean region. Revus forrestière Française. vol 22 n°03.
- Milani, N. 2001. Activity of oxalic and citric acids on the mite *Varroa destructor* in laboratory assays. Apidologie 32, 127-138.
- Mohammedi Z (2006). Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse de magister. Option Produits naturels. Activité biologique. Synthèse Faculté des sciences. ABB Tlemcen, Algeria
- Morceau J (1997). Effet de différents traitements acaricides contre *Varroa jacobsoni* sur la production de miel. Thèse de doctorat. Université d'Alger 2
- Moreira E.A, Chy C, Nakachima T, France T.A et Miguel O.G (1980) Essential oil of *Eucalyptus cinerea* accumulated in the state of Parana, Brazil. Trif. Farm.
- Nait A 2012. Etude de la composition chimique des essences de quatre espèces d'eucalyptus poussant dans la région de Tizi Ouzou.
- Odile M (2009). Evaluation de l'exposition au risque chimique lors de la lutte contre le *Varroa* en apiculture. Enquête.
- Othman S (2014) Effet biocide de l'huile essentielle de l'épicerpe de citron sur le *Varroa jacobsoni* chez l'abeille tellienne.
- Padrini P. et Lucheroni M.T., 1996. Le grand livre des huiles essentielles –guide pratique pour retrouver vitalité, bien-être et beauté avec les essences. Ed : De Vecchi, Paris. Pages 11, 15, 61 et 111.
- Peyron L. et Richard H., 1992. Extraction des épices et herbes aromatiques et différents types d'extraits. Epices et aromates. Tec et Doc – Lavoisier, APRIA., Paris. 108p.

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

- Pomo,Zollo Ph,Tendokeng F,Kana J R,Tapondjon AI,Fongang Md (2004).Composition chimique et effet acaricide des huiles essentielles des feuilles de *Chenopodium ambrosioides* et d'*Eucalyptus saligna* sur les tiques au Canada.Bult Anim.Hlth.Prod Afr.(2004) 52.
- Porter N., 2001. Essential oils and their production. Crop & Food Research. Number 39.
- Rai M.K., Acharya D. et Wadegaonkar P (2003). Plant derived-antimycotics : potential of Acteraceous plants. In : Plantb-derived antimycotics : Current trends and future prospects, Haworth Press, N-York, Londin, Oxford. 165-185.
- Ramade (2003).Survey of the physic-chemical quality of the wast waters of Biskra city.
- Ravazzi G (2007). Abeilles et apiculture.ed devecchi, 159p.
- Rembold H, Kremer JP, Ulrich GM (1980). Characterization of postembryonic developmental stages of the female castes of the honey bee *Apis mellifera* L. *Apidologie*, 11, 233
- Riondet .J (2010). L'apiculture mois par mois, aux éditions Ulmer, p.158
- Robert A. et Lobstein A., 2005. Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed : Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 522 p.
- Roeder T(1999).Octopamine in invertibrates .Prog Neurobio.59.
- Rottman E D, Kerrew E and Paulino Z(2001).Estimation of the number of sex alleles and queen matings from diploid male frequencies in a population of *Apis mellifera*. Genetics.
- Russell, D., Meyer, R. et Bukowsky, J. (1998) Potential impact of microencapsulated pesticides on New Jersey apiaries. American Bee Journal 138, (3), 207-210.
- Schneider, P. and Drescher, W. 1987. Einfluss der parasitierung durch die Milbe *Varroa Jacobsoni* auf das Schlupfgewicht, die. Gewichtsent-wicklung, die Entwicklung der Hypopharynxdrusen und die Lebens-dauer von *Apis mellifera*. *Apidologie*, 18 (1).
- Smallfield B.M(2001).Coriander spice oil effects of fruit crushing and distillation time

on yield and composition.

- Syndicat d'apiculture 74/04/2009 Note d'information concernant les references réglementaires intéressants l'apiculture dans le domaine sanitaire et de la santé publique.WWW.SYNDAPI74.FR.
- Tardieu V (2009). L'étrange silence des abeilles, éditions Belin, p.309 à 315 apiculture – Versailles, France : INRA Edition, 96 p.
- Vandame et Colin (1997). Examen de la descendance de varroa. L'abeille de France n° 891 partie 2, pp-361.
- Vallon J et Dangelant A (2012) lettre de l'ITSAP,n°13-Juillet.
- Vallon J et Dangelant A (2014) lettre de l'ITSAP,n°08-Avril.
- Warrot.S(2006).Les Eucalyptus utilisés en aromathérapie. Mémoire de fin d'étude.
- Weinberg, K.P. and Madel, G. 1985. The influence of the mite *Varroa jacobsoni* Oud on the protein concentration and the hemolymph volume of brood of worker bees and the influence of worker bee varroa infestation on the honey bee, *Apis mellifera* L. *Apidologie*, 16(4): 421-436.
- Windling P (2012). *Varroa destructor* (Anderson et Trueman, 2000), Un acarien ectoparasite de l'abeille domestique *Apis mellifera* Linnaeus, 1758.revue bibliographique de l'étude de sa reproduction.
- Winston ML (1993). La biologie de l'abeille. Traduit de l'anglais par G. Lambermont. Edition Frison Roche, Paris.
- Yakhlef.G (2010). Evaluation de l'activité antibactérienne de *Thymus vulgaris* et de *Lauris nobilis*. Plantes utilisées en médecine traditionnelle. August 2011, Volume 9, Issue 4, pp 209-218
- Zahradnik J. *Apis mellifera* in Insectes, Paris, Grund, 1991, p.225.
- Zhiri A (2006). Les huiles essentielles un pouvoir antimicrobien avéré. Nutra news. Sciences nutrition, prévention et santé. Edité par la Fondation pour le libre choix, 12,8.
- Zrira S(1992).Effet du séchage à l'air libre des feuilles d'*Eucalyptus camadulencis* sur le rendement et la composition de l'huile essentielle.

- Zrira S, Elkhirani F, Benjilali B (1994). Huiles essentielles de six espèces xérophiies d'eucalyptus ; effet du milieu sur le rendement et la composition chimique.
- Zrira S, Bessière J.M, Menut C , Elamrani A et Benjilali B (2004). Chemical composition of nine eucalyptus species growing in Morocco.

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com