

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université "Blida 01"

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie



**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en
Sciences de la Nature et de la Vie**

Option : Biotechnologie des Plantes Aromatiques et Médicinales et Produits Naturels

Thème :

**Etude de l'activité acaricide de l'huile essentielle de
l'eucalyptus et de l'ail sur le parasite de l'abeille
(Varroa Jacobsoni)**

Présenté par : M^{elle} Menia Fatma

Date de soutenance : 06/2016

Devant les membres de jury :

-M^{me} Allal L.	Président	USDB 1	Président.
-M^{me} Hamiche A.	MCB	USDB 1	Examinatrice.
-M^{me} Belguendouz R.	MCB	USDB 1	Promotrice.

Promotion 2015/2016

Dédicaces

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

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

Je dédie ce modeste travail à :

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

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

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

A mes chères sœurs : Rachida, Karima, Sarah et Ibtissem

A toute mes tantes, mes oncles et leurs enfants surtout mes oncles Slimane et Abdelkader et mes cousin(e)s : Khadidja, Abdelkader, Horia, Rania et Meriem et boudjemaa.

A mes chères ami(e)s : Rachida, Safia, Souad, Nourredine, Bachir, Imene, Sabrina, Lamia et Soumia.

A tous mes collègues de la promotion master 2 Biotechnologie des Plantes Aromatiques et Médicinales et Produits Naturels.

A toutes la famille Menia grands et petits.

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

M. Fatma

Remerciements

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

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

Je tiens à remercier le Président du jury *M^{ME} ALLAL L* et l'Ensemble des membres du jury *M^{ME} HAMICHE A*, qui ont bien voulu nous honorer par leur évaluation de ce mémoire.

Un grand merci va à *Pr HOUMANI*, responsable du laboratoire de recherche des plantes médicinales et aromatiques de m'avoir accueilli dans son laboratoire et d'avoir mis disposition les conditions matérielles nécessaires à l'achèvement de ce modeste travail.

Aux personnels de la station expérimentale du Département des Biotechnologies, Faculté Sciences Naturelles, Université Blida I, Précisément *Mr GHRIBI YUCEF* responsable de l'apiculture, et les ingénieurs de laboratoire de biotechnologie de plantes aromatiques et médicinales.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

M. Fatma

Abstract

This work concerns the application of a treatment based on two type of essential oil: Eucalyptus (*Eucalyptus radiata Siebold*) and Garlic (*Allium sativum L*) as acaricide on the *varroa jacobsoni* which is regarded as one of the major enemies of the tellian bee *Apis mellifera intermissa*. To develop the Algerian aromatic plants and provide an alternative to chemicals.

The results before treatment revealed infestations rates in the two experimental sites varying between 10.64% and 22.54%. This shows the diversity of assignments in hives depending on the density of bees. What constitutes a difficulty in monitoring population dynamics of this parasite.

After treatment, the difference between the acaricide effects of the treatments carried out by the oils of plants used is considered insignificant. The essential oil of *Allium sativum L* has given a better mortality rate of 50.27% obtained with the dose D1:0.25%. The *Eucalyptus radiata Siebold* gave a better mortality rate of 29.95% with dose D2: 0.5%. These mortality rates are better than those obtained by processing by acid oxalic and apivar estimated more than 80%.

Mots clés: *Eucalyptus radiata Siebold*, *Allium sativum L*, essential oil, *varroa jacobsoni*, bee (*Apis mellifera intermissa*), Bio-Acaricide

Résumé

Le présent travail porte sur l'application d'un traitement à base d'huile essentielle de deux plantes : Eucalyptus (*Eucalyptus radiata* Siebold) et l'Ail (*Allium sativum* L) sur le *Varroa jacobsoni*, ennemis majeurs de l'abeille tellienne (*Apis mellifera intermissa*), afin de valoriser les plantes aromatiques Algérienne et d'apporter une alternative aux produits chimiques.

Les résultats avant traitement ont révélé des taux d'infestation dans les deux sites expérimentaux variant entre 10.64% et 22.54%. Ceci montre l'hétérogénéité des infestations dans les ruches selon la densité des abeilles. Ce qui constitue une difficulté dans le suivi de la dynamique de population de ce parasite.

Après traitement, une différence dans l'effet acaricide l'huile essentielle de l'*Allium sativum* L et *Eucalyptus radiata* est remarquée. L'ail a donné un taux de mortalité meilleur de 50.27% par la D1 :0.25%, comparativement à celui d'*Eucalyptus radiata* qui était de 29.95% par la dose D2 : 0.5%. Le traitement chimique effectué par l'acide oxalique et l'apivar a donné des résultats meilleurs que ceux des plantes utilisées estimé à plus de 80% de mortalité.

Mots clés : *Eucalyptus radiata*, *Allium sativum*, Huile essentielle, *Varroa jacobson*, *Apis mellifera intermissa*, bio-Acaricide.

المخلص

هذا البحث يتعلق بتطبيق علاج من أساس الزيوت الأساسية لنبات كافور (*Eucalyptus radiata Siebold*) و الثوم (*Allium sativum L*) ، كمبيد ضد طفيل الفاروا (*Varroa jacobsoni*) الذي يعتبر من أخطر أعداء نحل العسل التلي *Apis mellifera intermissa*. هذا بهدف تطوير النباتات عطرية الجزائرية وتوفير بديل للمواد الكيميائية.

قبل معالجة حيث بلغت العدو في الموقعين التجريبيين الى 10.64% و 22.54%، هذا يوضح الاختلاف نسبة العدو في الحضنة حسب كثافة النحل. مما يجعل صعوبة في ديناميات رصد هذا طفيلي.

بعد المعالجة وقد اظهرت المعالجات التي قمنا بها ضد الفاروا ان الزيوت منحتنا نسبة الاساسية لثوم وفيات افضل من خلال جرعة (ج : 0.25% بنسبة 50.27%) وبالمقابل منحنا 29.95% من الجرعة الثانية (ج3 : 1%) حيث ان العلاج الكيميائي ب ابيفار (apivar) و حمض الاكساليك (acide oxalique) اعطانا نتيجة افضل بالنسبة للنباتات المستعملة التي تفوق 80% من الموتى.

كلمات مفتاحية كافور (*Eucalyptus radiata Siebold*) الثوم (*Allium sativum L .*).

زيوت الاساسية، الفاروا (*Varroa jacobsoni*). (النحل *Apis mellifera intermissa*). مبيد القراد

La liste des tableaux

Tableau 01 : Le temps nécessaire au développement des différentes castes de la ruche.....	06
Tableau 02 : Récapitulation des signes cliniques et l'importance des maladies d'abeille provoqués par les prédateurs, parasites, champignons et bactéries.....	09
Tableau 03 : présentation les principaux virus de l'abeille ainsi que l'impact supposé ou démontré des viroses sur la santé des colonies et les symptômes décrits sur les ruchers.....	10
Tableau 04 : Le protocole expérimental de traitement.....	40
Tableau 05 : Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE d'Eucalyptus.....	43
Tableau 06 : Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE d' <i>Ail</i>	45
Tableau 07 : Traitement à la concentration 0.25% (Lot n° 2/D1).....	(Annexe 02)
Tableau 08 : Traitement à la concentration 0.5% (Lot n° 3/D2).....	(Annexe 02)
Tableau 09 : Traitement à la concentration 1% (Lot n° 4/D3).....	(Annexe 02)
Tableau 10 : L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO).....	(Annexe 02)
Tableau 11 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Api var (lot n°6/AP).....	(Annexe 02)
Tableau 12 : Témoin (lot n°1/TM).....	(Annexe 02)
Tableau 13 : Comparaison entre les lots.....	(Annexe 02)
Tableau 11 : Traitement à la concentration 0.25% (Lot n°2/D1).....	(Annexe 03)
Tableau 12 : Traitement à la concentration 0.25% (Lot n°3/D2).....	(Annexe 03)
Tableau 13 : Traitement à la concentration 1% (Lot n°4/D3).....	(Annexe 03)
Tableau 14 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO).....	(Annexe 03)
Tableau 15 : Evolution de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Api var (lot n°6/AP).....	(Annexe 03)
Tableau 16 : Témoin (lot n°1/T).....	(Annexe 03)
Tableau 17 : Comparaison entre les lots.....	(Annexe 03)

Tableau 18 : Le pouvoir acaricide après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle de l'*Eucalyptus*.....(Annexe 04)

Tableau 19 : Evaluation des taux de mortalité dans les lots traités avec l'huile essentielle de l'*Eucalyptus* et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).....(Annexe 04)

Tableau 20: Le pouvoir acaricide après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle de l'*Ail*.....(Annexe 04)

Tableau 21 : Evaluation de taux de mortalité des lots traités avec l'huile essentielle de l'*Ail* et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).....(Annexe 04)

Tableau 22 : Comparaison entre les taux de mortalité de varroa et le pourcentage d'abeille après traitement par l'huile essentielle de deux plantes l'*Eucalyptus* et l'*Ail*.(Annexe 04)

Tableau 23 : Huile de l'*Eucalyptus*.....(Annexe 05)

Tableau 24 : Huile de l'*Ail*.....(Annexe 05)

Tableau 25 : Comparaison entre les deux plantes.....(Annexe 05)

LA LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ABEILLE ET SON PARASITE LE VARROA

Figure 01 : Schéma d'une abeille	06
Figure 02 : Femelle de varroa sur l'abeille du stade larvaire (à gauche et à droite) et stade nymphale (au centre).....	11
Figure 03 : Répartition géographique actuelle de <i>Varroa jacobsoni</i>	13
Figure 04 : <i>Varroa jacobsoni</i> (adulte femelle en vue extérieur et antérieure).....	14
Figure 05 : <i>Varroa jacobsoni</i> (adulte mâle en vue extérieure et antérieure).....	15
Figure 06 : Le cycle évolutif du <i>varroa jacobsoni</i>	16
Figure 07 : Appareillage d'hydro distillation de laboratoire.....	22

CHAPITRE II : PLANTES ETUDIEES

Figure 08 : Houppier d' <i>E. radiata</i>	26
Figure 09 : l'ail avec la spathe membraneuse spécifique, terminée en pointe.....	29

PARTIE 02 : PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I: MATERIEL ET METHODES

Figure 10 : Présentation de la colonie d' <i>Apis mellifera intermissa</i>	32
Figure 11 : Abeilles infestées par le varroa.....	33
Figure 12 : flacon d'huile essentielle de l'eucalyptus.....	33
Figure 13 : Les Bulbes de l'ail.....	33
Figure 14 : Disposition des ruches sur les deux sites a et b.....	34
Figure 15 : Préparation du matériel végétal	35
Figure 16 : Transformation de l'Alliine en Allicine.....	36

Figure 17 : Matériel (Clévenger) d'hydro-distillation employé pour l'extraction de l'huile essentielle de l'ail.....	38
Figure 18 : Disposition de lanières en papier buvard portant le traitement, sur les langes graissées.....	39
Figure 19 : Disposition des 3 lanières d'Apivar dans la ruche.....	39
Figure 20 : Pulvérisation du traitement	39
Figure 21 : Méthode d'utilisation des langes et du comptage du varroa.....	40
Figure 22 : Estimation du nombre d'abeille dans une colonie.....	41

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

Figure 23 : Histogramme représente le taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE d'Eucalyptus.....	44
Figure 24 : Histogramme représente le taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE d'Ail.....	46
Figure 25 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d' <i>Eucalyptus</i> à la concentration 0.25%.	47
Figure 26 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d' <i>Eucalyptus</i> à la concentration 0.5%.....	48
Figure 27 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d' <i>Eucalyptus</i> à la concentration 1%.....	49
Figure 28 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'acide oxalique (AO).....	50
Figure 29 : Evolution de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par Apivar (AP).....	50
Figure 30 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches (lot témoin).....	51
Figure 31 : Comparaison entre le taux de mortalité des 06 lots.....	52
Figure 32 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de l' <i>ail</i> à la concentration 0.25%.....	52
Figure 33 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de l' <i>ail</i> à la concentration 0.5%.....	52
Figure 34 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de l' <i>ail</i> à la concentration 1%.....	54

Figure 35 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'acide oxalique(AO).....	54
Figure 36 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par Apivar (AP).....	55
Figure 37 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches (lot témoin).....	55
Figure 38 : Comparaison entre le taux de mortalité des 06lots.....	56
Figure 39 : Evaluation des taux de mortalité des ruches traitées avec l'huile essentielle de l' <i>Eucalyptus</i> et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).....	57
Figure 40: Evolution de taux de mortalité des lots traités avec l'huile essentielle de l' <i>Eucalyptus</i> et les produits chimique (Apivar et Acide oxalique).....	58
Figure 41: Evaluation de taux de mortalité des ruches traitées avec l'huile essentielle de l' <i>Ail</i> et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).....	58
Figure 42 : Evaluation de taux de mortalité des lots traités avec l'huile essentielle de l' <i>Ail</i> et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).....	59
Figure 43: Comparaison entre les taux de mortalité de varroa par rapport au taux d'abeilles après traitement par l'huile essentielle de deux plantes l' <i>Eucalyptus</i> et l' <i>Ail</i>	60
Figure 44 : Analyse de la variance par le test GLM sur la mortalité de varroa après traitement par l'huile essentielle de l' <i>Eucalyptus</i> durant un mois.....	61
Figure 45 : Analyse de la variance model GLM de mortalité de varroa après traitement par l'huile essentielle de l' <i>Ail</i>	61
Figure 46: Comparaison entre l'effet des deux huiles essentielles de l' <i>Eucalyptus</i> et de l' <i>Ail</i>	62

Sommaire

Dédicace

Remerciement

Résumé

Liste des abréviations

Introduction..... 01

PARTIE 01 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE L'ABEILLE ET SON PARASITE LE VARROA

1. ABEILLE.....	04
1.1. Généralité.....	04
1.2. Classification systématique de l'abeille	04
1.3. les races d'abeille.....	05
➤ Dans le monde.....	05
➤ En Algérie.....	05
1.4 Morphologie générale	05
1.5. Stades de développement	06
1.6 Situation actuelle de l'apiculture en Algérie.....	06
1.7. Relation entre l'abeille et la flore.....	07
1.7.1 Pollinisation.....	07
1.7.1.1 Importance de l'abeille en agriculture.....	08
1.8. Cause de mortalité des colonies d'abeille.....	08
2. PRÉSENTATION DU PARASITE LE VARROAS.....	11
2.1 Généralité et historique.....	11
2.2. Classification systématique de <i>V. jacobsoni</i>	12
2.3 Distribution de la maladie	12
2.3.1. Dans le monde.....	12
2.3.2 En Algérie.....	13
2.4 Morphologie du varroa.....	13
2.4.1. Femelle varroa.....	13
2.4.2. Mâle varroa.....	14
2.4.3. Les œufs.....	15
2.4.4. Les protonymphes.....	15
2.4.5. Les deutonymphes.....	15
2.5. Cycle évolutif du varroa vis-à-vis de celui de l'abeille	15
2.6. Durée de vie.....	17
2.7 Effets et conséquences de la présence du varroa dans les colonies d'abeilles...	17
2.7.1. Un effet mécanique.....	17

2.7.2. Un effet spoliateur.....	17
2.7.3. Un effet vecteur.....	18
2.8 Les symptômes.....	18
2.9. Modalités d'infestations.....	18
2.10. La lutte contre varroa.....	19
2.10.1. Lutte physique.....	19
2.10.2. Lutte chimique	19
2.10.3. Lutttes biotechniques.....	20
2.10.4. Aromathérapie.....	21
2.11. Moment d'intervention.....	24
2.12. Impact économique.....	25

CHAPITRE II : PLANTES ETUDIEES

1. Eucalyptus radié	26
1.1 Classification	26
1.2 Description botanique de l'Eucalyptus radié	26
1.3 Origine.....	27
1.4. Domaine d'utilisation.....	27
1.5. Principaux constituants de l'huile essentielle.....	27
2. Ail.....	28
1.1 Classification.....	28
2.1 Description botanique de l'ail (Allium savitum L.).....	28
2.3 Origine et distribution.....	29
2.4 Différentes variété de l'ail.....	29
2.5 Usage et propriétés thérapeutique de l'ail.....	29
2.6 Principaux constituants chimique de l'ail	29

PARTIE 02 : PARTIE EXPRIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

1. Objectif du travail.....	31
2. Présentation de la zone d'étude.....	31

2.1. Critères de choix du site.....	31
2.2. Présentation du site.....	31
2.3. Les conditions de travail.....	31
3. Matériel biologique.....	32
3.1. Matériel animal.....	32
3.1.1. Les abeilles (l'espèce hôte de l'acarien).....	32
3.1.2. Le parasite.....	32
3.2. Matériel végétal.....	33
3.2.1 L'huile essentielle.....	33
4. Matériel non biologique.....	34
4.1. Matériels apicoles.....	34
4.2 Matériel de laboratoire.....	35
5. Méthode.....	35
5.1 Méthodes d'extractions.....	35
5.2. Détermination du rendement en huile essentielle.....	37
5.3. Préparation de la solution d'acide oxalique.....	37
5.4. Préparation des doses des huiles essentielles.....	38
5.5. Présentation des lots expérimentaux.....	39
5.6. Méthode d'estimation du nombre de varroa dans la colonie.....	40
5.7. Méthode d'estimation du nombre d'abeilles dans une colonie.....	41
5.8. Méthode d'estimation du taux d'infestation d'une colonie	41
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION	
1. RESULTATS.....	42
1.1. Evaluation du rendement des huiles essentielles	42

1.2. Test de toxicité des huiles essentielles d'Eucalyptus radiata et <i>A. sativum</i> sur l'abeille <i>Apis mellifera</i>	42
1.3. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches et lots.....	42
1.3.1. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE d'Eucalyptus.....	42
1.3.2. Estimation du taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE d'Eucalyptus.....	44
1.4. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches.....	44
1.4.1. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE d'Ail.....	44
1.4.2. Estimation du taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE d'Ail.....	46
1.5. Evaluation de la mortalité de varroas dans différentes ruches.....	47
1.5.1. Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d'Eucalyptus.....	47
A. Traitement à la concentration 0.25% (Lot n° 2/D1).....	47
B. Traitement à la concentration 0.5% (Lot n° 3/D2).....	48
C. Traitement à la concentration 1% (Lot n° 4/D3).....	49
1.5.1* Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO).....	50
1.5.1* Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Api var (lot n°6/AP)	50
1.5.1* Témoin (lot n°1/TM).....	51
1.5.1* Comparaison entre les lots.....	51
1.5.2 Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de l'Ail	52
C. Traitement à la concentration 0.25% (Lot n° 2/D1).....	52
D. Traitement à la concentration 0.5% (Lot n° 3/D2).....	53
C. Traitement à la concentration 1% (Lot n° 4/D3).....	53
1.5.2* Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO).....	54

1.5.2* Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Apivar (lot n°6/AP)	55
1.5.2* Témoin (lot n°1/TM).....	55
1.5.2* Comparaison entre les lots.....	56
1.6. Le pouvoir acaricide des huiles essentielles après un mois d'exposition au traitement.....	57
1.6.1. Le pouvoir acaricide après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle de l' <i>Eucalyptus</i>	57
1.6.1* Evaluation des taux de mortalité dans les lots traités avec l'huile essentielle de l' <i>Eucalyptus</i> et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).....	57
1.6.2. Le pouvoir acaricide après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle de l' <i>Ail</i>	58
1.6.2* Evaluation des taux de mortalité dans les lots traités avec l'huile essentielle de l' <i>Ail</i> et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).....	59
1.7 Comparaison entre les taux de mortalité de varroa et le pourcentage d'abeille après traitement par l'huile essentielle de deux plantes l' <i>Eucalyptus</i> et l' <i>Ail</i>	59
1.8. Résultats de l'analyse statistique de la variance par le test GLM (General linear model) de l'effet des huiles essentielles sur la régulation des populations du varroa parasite de l'abeille domestique <i>Apis mellifera</i>	60
A. Huile de l' <i>Eucalyptus</i>	60
B. Huile de l' <i>Ail</i>	61
C. Comparaison entre les deux plantes.....	61
2. Discussion.....	63
CONCLUSION	65
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	67
ANNEXE	

L'abeille, le miel, la cire ont représentés des symboles forts pour de nombreuses civilisations dans le monde entier. La consommation mondiale du miel atteint les 3kg par an par habitant en 2007, avec une production de 1,535 million de tonne (FAO, 2009). Les abeilles produisent des produits utilisés comme des produits phyto-thérapeutiques et intégrés dans la production des cosmétiques, leur rôle est aussi considérable dans l'assurance de la biodiversité végétale par la pollinisation de plus de 80% des espèces de plantes à fleurs (Arcaro, 2010). Ainsi dans le maintien de l'équilibre écologique. D'après Jasse, 1994, sans l'abeille, nous risquons de perdre la nature, la richesse de la faune et la flore, et l'être humain.

Cet insecte précieux, subit des attaques parasitaire féroces qui nuisent à sa santé et son existence, ceci est devenue inquiétant depuis quelques années quand leur taux de mortalité a atteint 30 à 35%, taux anormalement élevé, et qui peut atteindre dans certains cas les 50% de pertes en périodes hivernales (Guillot., 2009) et 30% à 40% de pertes en période printanières (Boucher., 2010). Une conjoncture de plusieurs facteurs semble expliquer ce problème, mais l'on pointe en première ligne les aléas climatiques (chute de température, neige, sécheresse) et la maladie parasitose engendrée par le varroa agent de la varoïse.

Cette dernière causée par l'acarien *Varroa jacobsoni* qui est considéré actuellement, et à juste titre, par tous les apiculteurs, comme étant le parasite le plus dangereux de l'abeille domestique *Apis mellifera*, il soumet l'abeille adulte et son couvain à des agressions physiques, à des perturbations du comportement, et aux effets de spoliation et de vecteur. Il cause alors des pertes énormes en réduisant la quantité de la production apicole.

La varoïse a traversé presque tout le territoire Algérien en 1981. Venue d'Asie via l'Europe, elle met à présent le cap à l'ouest du Maghreb et au sud du Sahara. Sur son passage certains apiculteurs algériens ont perdu de 30 à 50 % de leur cheptel en 1991, ainsi que la production qui n'atteint seulement que 40 000 à 50 000 tonnes (Lekhal., 2011) avec une consommation ne dépassant pas les 200 à 350 g par an par habitant (Ouyahia., 2003 ; Boukhalfa et al., 1991), qui font que ces résultats sont insuffisants pour couvrir les besoins nationaux. Donc la lutte contre le *Varroa*

jacobsoni passe par une déclaration obligatoire qui relève de l'Agriculture et de l'Agro-alimentaire, afin d'éviter la disparition des colonies d'abeilles et assurer le développement des produits apicoles.

Les chercheurs **Drajnudel et al., 2007**, **el Hachem., 2000** et **Abed et al., 1993** montrent que l'utilisation des acaricides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus s'adaptée pour lutter contre le varroa à cause de son efficacité et son application rapide et facile, cependant que leurs emplois intensifs créent des générations de varroa résistantes à ces produits, et en plus ils peuvent provoquer une pollution des produits des ruches et l'affaiblissement des colonies, ils sont toxiques, non seulement pour les abeilles, mais également pour les produits de la ruche.

Dans ce contexte, l'orientation vers la lutte biologique avec des moyens naturels tels que les huiles essentielles des plantes aromatiques offre une solution valide car leur présence est normale dans l'ambiance de la ruche. **Colin et al., 1990**, ont montré que de nombreuses huiles essentielles végétales ont un effet antiparasite, elles agissent sur le comportement et/ou le développement de certains arthropodes et parfois être mortelles. Donc en cours d'utilisation il faut respecter la posologie et le mode d'administration de ces extraits.

La biodiversité de l'Algérie offre une gamme de végétation très riche et diverse fermant de nombreuses plantes médicinales aromatiques qui poussent spontanément, et elle a une grande affinité pour les abeilles. Dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne, on s'est intéressé aux espèces de la famille des Myrtaceae et *Alliaceae*.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet acaricide de l'huile essentielle de deux plantes : *Allium sativum L* et *Eucalyptus radiata Siebold (P.F.von)* sur le *Varroa jacobsoni* parasite d'*Apis mellifera intermissa* et, déterminer la dose la plus efficace pour neutraliser ce parasite afin de protéger l'abeille, qui est une des sources économique importante en Algérie.

Afin de mieux situer le contexte dans lequel s'inscrit cette étude, une première partie d'une synthèse bibliographie sur les deux plantes étudiées et sur l'abeille et son parasite *Varroa jacobsoni* est réalisée.

La deuxième partie est consacrée à la présentation des résultats de l'étude de l'effet acaricide des huiles essentielles des deux plantes et leur discussion.

Enfin nous terminons avec une conclusion générale.

1. ABEILLE

1.1. Généralité

L'abeille est un insecte social appartenant à la famille des hyménoptères (du grec hymen : membrane, et pteron : aile) (**Colin et Medori., 1982**). Elle vie en colonie qui fonctionne comme une véritable société dont la vie s'organise selon deux principes : la distribution de travail entre ses différents membres et la coordination de toutes les facultés individuelles.

Toutefois, l'abeille s'avère capable d'agir et de travailler en solitaire. Seule, elle se gorge de nectar, se charge de pollen, retrouve sa route, mais isolée elle meurt en quelques heures. Travailleuse infatigable ne dormant jamais, elle se conforme aux besoins de la colonie. (**Tourneret.E., 2007**)

La colonie d'abeille est qualifiée de monogyne, c'est-à-dire elle ne contient qu'une seule reine (**Choque.T, 1992**). Une colonie d'abeille se compose, pendant une belle saison, de 40.000 à 60.000 individus et chute à 15.000 voire 5000 en hiver. (**Louveaux.J., 1985**)

1. 2. Classification systématique de l'abeille : elle appartient au :

Règne : Animal

Sous règne : Métazoaire

Embranchement : Enthennata

Classe : Insecte

Ordre : Hyménoptère

Sous ordre : Aculéates

Super Famille : Apoidea

Famille : Apidae

Sous Famille : Apinae

Genre : Apis

Espèce : *Apis mellifera*

Sous espèce : *Apis mellifera intermissa* (**Adam., 1964**).

1.3. Les races d'abeilles

✚ dans le monde

Les plus connues, on peut citer :

- L'abeille noire, *apis mellifica mellifica*, qui peuple l'Europe occidentale et septentrional.
- L'abeille italienne, *apis mellifica ligustica*.
- L'abeille carniolienne, *apis mellifica carnicae*, qui peuple le sud-est de l'Europe mais qui est utilisée maintenant jusqu'en Allemagne
- L'abeille caucasienne, *apis mellifica caucasica*, originaire du Caucase mais élevée dans beaucoup d'autres pays en raison de ses qualités. (A. Regard., 1981 et Louveaux.J., 1985).

✚ En Algérie :

Il existe deux races d'abeilles en Algérie :

- *Apis mellifeca intermissa* : ou l'abeille tellienne.
- *Apis mellifeca sahariensis* : ou l'abeille saharienne. (Beldjoudi salah et Benaldjia Mohamed ., 2006.)

1.4 Morphologie générale

Le corps de l'abeille est recouvert d'un exosquelette de chitine formé de 3 couches (la cuticule, l'épiderme et membrane basale). Cet exosquelette protège l'abeille vis-à-vis du milieu extérieur. Il sert également de point d'ancrage aux différents muscles. Le corps de l'abeille est divisé en trois régions principales : la tête, le thorax et l'abdomen (Winston, 1993).

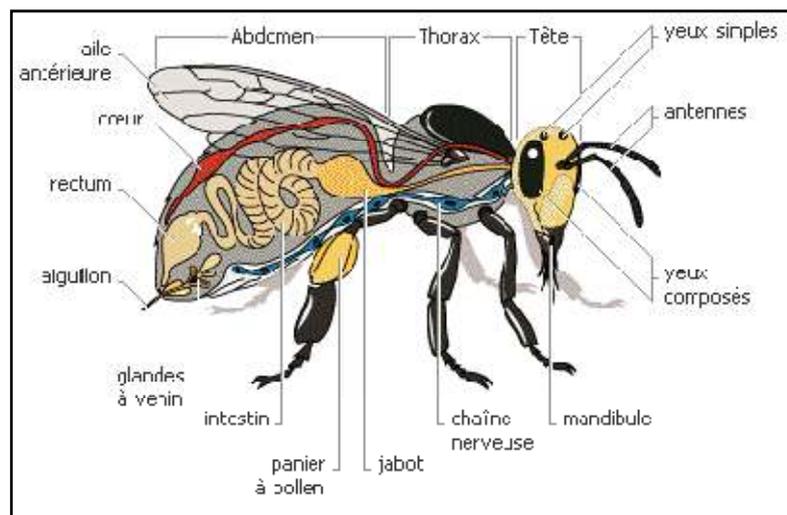


Figure 01 : Schéma d'une abeille (anonyme 01)

1.5. Stades de développement

Pendant les fortes miellées printanières, la reine pond jusqu'à 3000 œufs par jour, elle en dépose un par alvéole. L'abeille est un insecte à métamorphoses complètes (holométabole), il passe 22 jours entre la ponte et la sortie de l'alvéole comme adulte reproducteur complet (imago). La plupart des œufs sont fécondés et donneront des femelles (reine et ouvrières), les autres des faux bourdons. **(G.Ravazzi., 2007).**

Le tableau suivant représente le temps nécessaire au développement des différentes castes.

Tableau 01: Le temps nécessaire au développement des différentes castes de la ruche. **(G.Ravazzi, 2007).**

Individus Stades	Reine	Ouvrière	Male
Œuf	3 jours	3 jours	3 jours
Larve non operculée	5 jours ½	6 jours	6 jours 1/2
Operculation	9 ^{ème} jour	9 ^{ème} jour	9 ^{ème} jour
Larve operculée et nymphe	7 jours ½	12 jours	14 jours 1/2
Naissance	16 ^{ème} jour	21 ^{ème} jour	24 ^{ème} jour

1.6. Situation actuelle de l'apiculture en Algérie

En Algérie, l'apiculture est un élevage ancestral. Elle a toujours revêtu une importance sur le plan socio-économique, compte tenu des conditions climatiques et de la flore importante favorable à son développement. Malgré ces conditions favorables, la production algérienne en miel, de l'ordre de 4.000 à 5.000 quintaux par an, reste inférieure aux besoins de la consommation locale, alors qu'elle devrait être à l'origine d'un courant d'exportation important. **(Berkani., 2007).**

L'Algérie possède deux types d'abeilles, l'une l'abeille d'Algérie, très proche de l'abeille noire d'Europe, est robuste et bien acclimatée et l'autre saharienne. Elle dispose d'une abondante flore mellifère spontanée et cultivée. A l'exception des régions

désertiques et du sud, l'apiculture est, en Algérie, largement pratiquée dans les régions montagneuses à population dense (Kabylie, Aurès), dans les plaines littorales (Mitidja), dans les plaines intérieures (Mascara), dans les vallées des grands oueds (Soummam). **(Haussein., 2001).**

1.7. Relation entre l'abeille et la flore

La communication chimique chez l'abeille repose essentiellement sur les signaux phénoménaux. Ces derniers, sont des substances exocrines **(Winston., 1993).**

1.8.1. Pollinisation

À la fin du XVème siècle, un professeur de philosophie allemand démontra expérimentalement le rôle du pollen dans la formation des graines. Un siècle plus tard (fin du XVIème siècle), un botaniste allemand découvrit que les insectes transportaient du pollen d'une fleur à une autre, participant ainsi efficacement à la réalisation de la fécondation (Lasram., 1975). Parmi les insectes pollinisateurs, l'abeille tient une place de premier ordre pour l'aide à la fécondation d'un grand nombre d'espèces cultivées (Bozzini., 1979).

La pollinisation est une étape primordiale effectuée par les abeilles ainsi que par d'autres espèces pollinisatrices afin d'assurer la fécondation de l'ovule et de permettre la formation de la graine ou du fruit. Plus de 70% des cultures notamment les arbres fruitiers, les oléagineux et les légumes comme le melon, les productions de graines et semences sont facilitées par les abeilles. **(Bruneau., 2008, Gallai et al, 2008).**

Beaucoup d'agriculteurs ont pris conscience de l'importance de la pollinisation pour l'obtention de bons rendements et louent des ruches auprès des apiculteurs. Certaines études envisagent les interactions plantes pollinisateurs comme celle d'un réseau trophique. **(Memmott et al. 1999).**

L'abeille domestique : *Apis Mellifera* possède de fortes capacités d'adaptation à de nombreux écosystèmes, elle est considérée comme agent pollinisateur principal des agroécosystèmes. **(Olesen et al. 2007).**

1.7.1.1 Importance de l'abeille en agriculture

La pollinisation des abeilles produit non seulement plus de baies et de graines mais peut aussi améliorer la qualité des fruits .La pollinisation efficace des fleurs peut aussi servir à protéger les cultures contre les ravageurs. L'amélioration du poids d'un fruit grâce à une pollinisation suffisante a lieu lorsque toutes ses graines se sont développées (Clement., 2006).

1 .8. Cause de mortalité des colonies d'abeille

On peut distinguer deux facteurs :

Facteurs abiotique

- les agents chimiques (pesticides).
- l'environnement (aléas climatiques).
- les pratiques apicoles.

Facteurs biotiques

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

Deux tableaux synthétiques résumant leurs principales caractéristiques :

❖ **le tableau 02** : récapitule les signes cliniques et l'importance des maladies d'abeille provoqués par les prédateurs, parasites, champignons et bactéries.

❖ **le tableau 03** : présente les principaux virus de l'abeille ainsi que l'impact supposé ou démontré des viroses sur la santé des colonies et les symptômes décrits sur les ruches. (AFSSAP., 2008).

Tableau N°02 : Signes cliniques et l'importance des maladies d'abeille provoqués par les prédateurs, parasites, champignons et bactéries. (AFSSAP., 2008).

	Agent pathogène	Maladie ou nom commun	Nature de l'agent	Type de population atteinte		Signes cliniques	Importance de la maladie
				Abeille adulte	couvain		
Prédateurs	<i>Vespa velutina</i>	Frelon asiatique (guêpe)	Insecte hyménoptère	Oui	non	Vol stationnaire des frelons devant la colonie : prédation direct	Affaiblissement des colonies par diminution de nombre des ouvrières
	<i>Galler iamellonella</i>	Fausse teigne	Insecte lépidoptère	Non	oui	Altération des ruches et des cadres, galeries dans les rayons, rayons tapissée d'une toile blanche	Pertes des colonies déjà affaiblies avant l'infestation par ce prédateur, transmission possible d'agent pathogène (notamment : loque américaine)
Parasite	<i>Varroa jacobsoni</i>	Varroase	Acarien mésostigmaté	Oui	oui	Abeille traînante, abeille aux ailes atrophiées, mortalité hivernales petit paquet d'abeilles restant dans la ruche avec des quantités importantes de miel et pollen	Taux élevé de mortalité hivernale, transmission d'autre agent pathogène
	<i>Acarapi woodi</i>	Acariose	Acarien trombidiforme	Oui	non	Abeille paralysée 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 production de couvain et de miel
Champignons	<i>Noséma apis</i>	Nosérose	microsporidie	Oui	non	Difficultés de vol, abdomen gonflé, diminution ou arrêt de la ponte, production de miel réduite	Dépeuplement et diminution de la force de la colonie, diminution de la longévité des abeilles.
	<i>Ascospaera apis</i>	Ascosphérose (couvain plâtré)	Champignons ascomycète	Non	oui	Larves d'abeille mortes, recouvert d'un mycélium blanc, momies déposées au trou de vol et devant la ruche	Affaiblissement de la colonie

CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ABEILLE ET SON PARASITE LE VARROA

Bactéries	<i>Paenibacius larvae</i>	Loque américaine	Bactérie sporulée	Non	oui	Atteint le couvain operculée, larve mortes de couleur brunâtre, écailles loqueuse adhérentes à la paroi de l'alvéole	Mortalité du couvain, affaiblissent et mortalité des colonies
	<i>Bacillus alvei</i>	Loque européenne	Bactérie à capsules, non sporulée	Non	oui	Atteint le couvain non operculée, larve mortes de couleur jaunâtre puis brunâtre, se rétractant, écailles loqueuse de couleur brun foncé à noire dans les alvéoles, facilement détachable de son support.	Mortalité du couvain, affaiblissent et mortalité des colonies
	<i>Bacillus apisepcticus</i>	septicémie	-	Oui	non	Difficulté de vol	affaiblissent et mortalité des colonies

Tableau 03: Présente les principaux virus de l'abeille ainsi que l'impact supposé ou démontré des viroses sur la santé des colonies et les symptômes décrits sur les ruches. (AFSSAP., 2008).

Virus	Infection expérimentale	Conséquence de la virose et symptômes
Virus de paralysie aiguë (ABPV, Actue Bee Paralysis Virus)	Symptômes de paralysie précoce (2 à 4 jour), Mortalité rapide (3 à 5 jour)	Participerait aux affaiblissements, associés à varroa en entraînant les mortalités des ouvrières de couvain.
Virus des ailes déformées (DWV, Deformed Wing Virus)	Déformation des ailes et du corps d'abeille naissantes	Participerait aux affaiblissements, associés à Varroa en entraînant la mortalité des ouvrières et des déformations d'abeilles naissantes
Virus de la paralysie aiguë (IAPV, IsraeliActueParalysis Virus)	Mortalité rapide (4 jour) sans symptômes	Participerait aux affaiblissements, associés à Varroa

2. Présentation du parasite le Varroas

2.1. Généralité et historique

Cette maladie est encore appelée varroatose selon les auteurs. Elle est très grave contagieuse (réputée telle par le décret ministériel du 10 janvier 1978), répandue dans de nombreux pays et provoque des dégâts extrêmement importants, qui atteint les abeilles adultes et le couvain, Son berceau est situé en Asie de Sud-est et dans les zones où vit l'abeille *Apis cerana*. En 1904, **Jacobson** et **Oudemans** décrivent ce parasite dans les colonies d'*Apis cerana* lesquelles il ne provoquait pas de grands dégâts. Puis la contagion s'étendit à l'aire d'*Apis mellifica* vers la Chine et la Sibérie extrême orientale, ensuite toute l'U.R.S.S. et les pays voisins fut atteints de ce fléau : Roumanie, Bulgarie, Yougoslavie, Grèce, Turquie, etc.

L'importation d'abeilles parasitées conduisit la maladie au Japon et de lui-même vers l'Amérique du Sud. On pense aussi que le premier foyer allemand a été allumé à la suite d'introduction de quelques colonies en provenance d'Asie du Sud-est. La maladie est une véritable épizootie qui, en une dizaine d'années, a ravagé le territoire soviétique et s'est installée en Europe de l'Est. A partir du foyer de Francfort, il est malheureusement certain que la maladie débordera l'Allemagne de l'Ouest, de même qu'elle poursuivra son chemin autour de la méditerranée. **(M.E. Colin Et P. Medori., 1982).**



Figure 02 : Femelle de varroa sur l'abeille du stade larvaire (à gauche et à droite) et stade nymphale (au centre). **(COLIN., 1982).**

2.2. Classification systématique de *V. jacobsoni*

Selon Sébastien et al.,(2012), l'acarien *varroa jacobsoni* appartient au :

Règne :Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Arachnida

Ordre : Mesostigmata (ou Gamasida)

Cohorte : Gamasina

Famille : Varroidae

Genre : *Varroa*

Espèce : *jacobsoni*

2.3 Distribution de la maladie

2.3.1. Dans le monde (Fig.3)

Le varroa a été découvert pour la première fois en Indonésie en 1904 sur *Apis cerana* (son hôte originel), le passage du varroa sur *Apis mellifera* se fait à l'aide des échanges commerciaux et l'entrée de cette race dans le sud-est asiatique. Il a été constaté pour la première fois en 1959 sur *Apis mellifera*. **(Pierre J., 2005).**

A partir du sud-est asiatique le varroa diffuse dans toutes les directions. Des enquêtes ont prouvé le passage du varroa de l'Union Soviétique vers les pays de l'Europe de l'Est et fini par gagner toute l'Europe et arrive jusqu'à les rivages méditerranéens. **(Robaux., 1986).**Le varroa est signalé dans l'Afrique du Nord en 1975 **(Bougura et al., 1995).** Dans l'Amérique, il a été détecté au Paraguay en 1971 et au Brésil en 1976 **(Leconte., 1991),** en Etats-Unis en 1987 (Sanford., 2001). Actuellement, pue de territoires échappent à l'invasion, l'Australie est encore indemne **(Sébastien et al., 2012).**

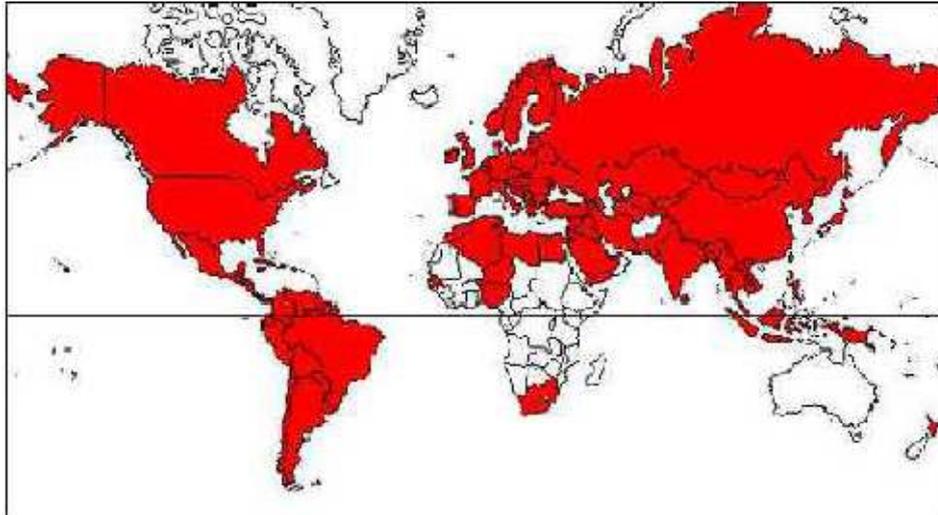


Figure 03: Répartition géographique actuelle de *Varroa jacobsoni* (en rouge : présence de *V. jacobsoni* sur le territoire). (Ellis et Zettel Nalen., 2010).

2.3.2 En Algérie

La varroase est signalée pour la première fois à l'est du pays, en juin 1981, dans un rucher de la coopérative apicole d'Oum Teboul, près d'El Kala, Est de l'Algérie. Actuellement, ce parasite s'est propagé rapidement dans tout le pays et constitue une menace d'infestation des ruches d'Algérie et la pénétration du varroa devenait alors inévitable. En effet, des informations précises et concordantes sur l'extension de la varroase sur le territoire ont été faites par **Blaïde (2009)** et **Robaux (1986)**

2.4 Morphologie du varroa

2.4.1. Femelle varroa (Fig.4).

La femelle de *Varroa jacobsoni* est un acarien à une forme ellipsoïdale et de couleur brun rougeâtre, environ 1.6 mm de largeur sur 1.1mm de longueur. Elle possède quatre paires de pattes terminées par 2 griffes et un ventouse en font un acarien très mobile (2mm /sec). De forme très aplatie elle se glisse entre les sternites abdominales de l'abeille et ses nombreuses pattes lui assurent une bonne prise sur le corps velu des abeilles qui ne peuvent s'en débarrasser. En perçant la mince membrane qui relie deux cerceaux, elle suce l'hémolymphe (sang d'abeille) dont elle se nourrit. (**karl pfefferl., 1984**)

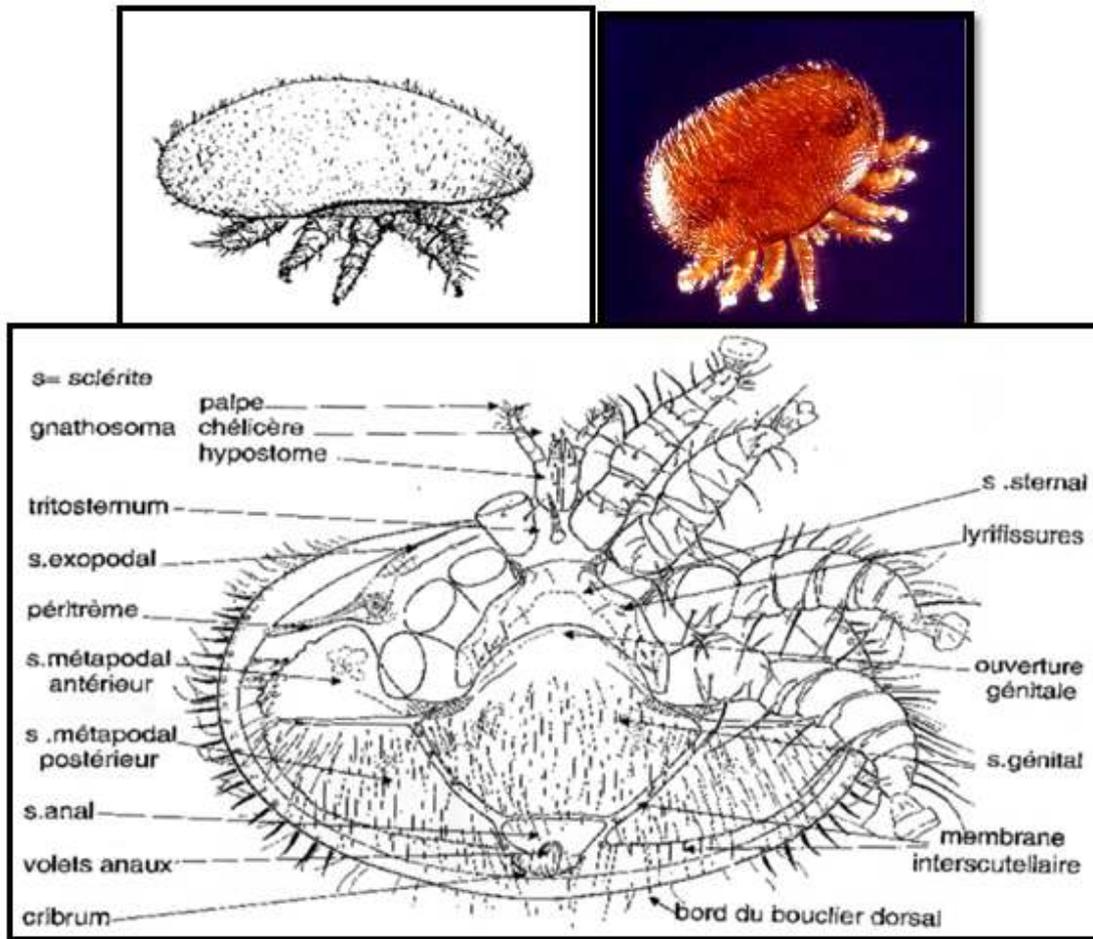


Figure 04 : *Varroa jacobsoni* (adulte femelle en vue extérieur et antérieure). (R. Vandame., 1996).

2.4.2. Mâle varroa (Fig. 5).

Le mâle varroa a une forme arrondie de moins d'un millimètre de coloration grise ou jaune. Le mâle n'est pas adapté au parasitisme, il meurt après émergence d'abeille. Ses pattes sont tendues vers l'avant. Il ne se trouve que dans l'alvéole. Il ne se nourrit pas, ou bien il est simplement détritivore et ne vit que pour la reproduction. (Baker, 1984).



Figure 05: *Varroa jacobsoni* (adulte mâle en vue extérieure et antérieure)

(R. Vandame., 1996)

2.4.3. Les œufs de *Varroa jacobsoni* sont blanchâtre, entourés d'une enveloppe contenant le vitellus. Ils mesurent 0.5mm. La larve enfermée dans la membrane de l'œuf est grossièrement sphérique et mesure 0.5mm de diamètre. On distingue les trois paires de pattes et les chélicères.

2.4.4. Les protonymphes issues des larves sont mobiles, mesurent 0.7mm et sont de couleur blanchâtre. Il est très difficile de distinguer mâles et femelles à ce stade.

2.4.5. Les deutonymphes femelle ont à peu près la forme et la taille de l'adulte mais sont de coloration blanche ; il en est de même pour les deutonymphes mâles qui ressemblent à l'adulte mais plus petits et de forme globuleuse. (Colin., 1982)

2.5. Cycle évolutif du varroa vis-à-vis de celui de l'abeille (Fig. 06)

Seules les femelles fondatrices sont retrouvées sur les abeilles adultes. Celles-ci entrent dans une cellule du couvain, quelques heures avant son operculation, la femelle pond un premier œuf, non fécondé (donc haploïde) qui donnera un mâle. Les œufs suivants, pondus environ toutes les trente minutes, donneront des femelles. La durée du stade œuf est de 20 à 28 heures pour les femelles, 26 à 30 heures pour les œufs mâles, Le nombre d'œufs pondus est de cinq (1 mâle et 4 femelles), très rarement 6 dans le couvain d'ouvrières, tandis que dans le couvain de faux-bourçons, ce nombre est de 6 œufs (1 mâle et 5 femelles), très rarement sept. (Lucien et al.,

2012). Et leurs développements prendre 130 heures pour les femelles et 150 heures pour les mâles, il y'a cependant une mortalité important durant ce développement, en moyenne de 1,45 femelles atteindront l'âge adulte dans une cellule ouvrière, contre 2,2 femelle dans une cellule de faux bourdon. (Simoneau ., 1990).

La larve enfermée dans la membrane de l'œuf est grossièrement sphérique et mesure 0,5 mm de diamètre. On distingue les trois paires de pattes et les chélicères ensuite le varroa passe au stade protonymphes qu'ils sont des larves mobiles, mesurent 0,7 mm et sont de couleur blanchâtre. Il est très difficile de distinguer mâles et femelles à ce stade. Après le mue des protonymphes les varroas devient des deutonymphes, dans ce stade les femelles ont à peu près la forme et la taille de l'adulte mais sont de coloration blanche; il en est de même pour les deutonymphes mâles qui ressemblent à l'adulte mais sont plus petits et de forme globuleuse par rapport à la femelle (Goodman., 2001). La femelle mère sortie avec des nouvelles femelles jeunes du varroa disposantes sur l'ouvrière émergente, le mâle et les varroas immatures restent dans l'alvéole. Une femelle fondatrice peut effectuer plusieurs cycles. On estime que 50% de ces femelles peut effectuer trois, et certaines pourraient faire plus de sept cycles et pondraient jusqu'à 35 œufs. (Colin., 1982).

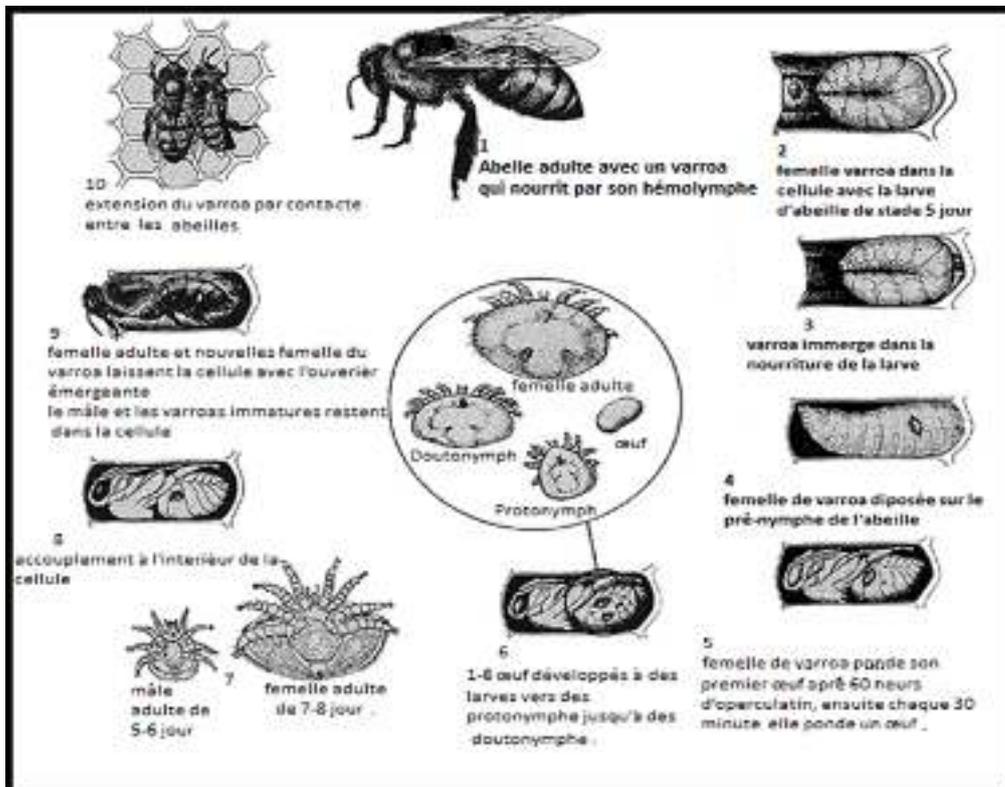


Figure 06 : Le cycle évolutif du *varroa jacobsoni*. (Martin, 2001)

2.6. Durée de vie

Pour la femelle varroa la durée de vie dans une colonie est de 2 à 3 mois en été et de 4 à 6 mois en hiver.

Pour le mâle, il n'existe que dans le couvain operculé. (Robaux., 1986).

2.7 Effets et conséquences de la présence du varroa dans les colonies d'abeilles

La multiplication du varroa se fait dans le couvain operculé. Le parasite vit sur l'abeille adulte environ 5 jours afin de parfaire sa maturité sexuelle. Le varroa exerce 3 types d'effet, chaque effet donne des conséquences qui conduits vers la dépression des colonies d'abeilles (Duval et al ., 1995), alors on distingue :

2.7.1. Un effet mécanique

La présence d'un ou plusieurs parasites sur l'abeille adulte altère son comportement au détriment de ses tâches habituelles. Le varroa perturbe le développement du couvain et peut léser les plaques imaginales à l'origine des appendices de la future abeille, notamment des ailes. (Odile ., 2009).

2.7.2. Un effet spoliateur

Varroa jacobsoni prélève 0,1 % à 0,2 % du volume d'hémolymphe d'une ouvrière adulte. Et pendant la vie nymphale la variation des pertes en fonction de l'importance du parasitisme évolue entre 15 et 40 % (par rapport au volume hémolymphe d'une nymphe saine). (Colin., 1989). Les pertes d'hémolymphe, survenues lors des prises de nourritures, répétées par les *Varroas* adultes ou immatures, particulièrement durant les premiers stades de l'ontogenèse, chez *Apis mellifera*, entraînent non seulement des modifications morphologiques mais également des changements du composant du système immunitaire. (Blaïde et al., 2009).

Et d'après Hanley., 1995 : les abeilles adultes perdent environ 25% de leurs poids et on les voit souvent ramper à l'entrée de la ruche.

2.7.3. Un effet vecteur

Le varroa suce l'hémolymphe de l'abeille et lui transmet, par le fait même, plusieurs maladies, tels le virus des ailes déformées (DWV), le champignon causant le couvain plâtré (*Ascorphaera apis*), le virus de la paralysie aiguë des abeilles et le virus israélien de la paralysie aiguë (IAPV). (Vidal-Naquet ., 2009).

2.8. Les symptômes

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

Cette maladie provoque énormément des dégâts telle que la :

- Réduction de la durée de vie de la reine conduit parfois un arrêt de ponte, de la taille et malformation des imagos, du potentiel sexuel des mâles, de la capacité de vol.
- Modification éthologique (perte de sens et de direction).
- Vectorisation d'agents infectieux.
- Activation virale.
- Problème de stockage de pollen (apparition de la mosaïque).
- Perte de population.
- Sensibilité à la fausse teigne.

2.9. Modalités d'infestation

La source de contamination est représentée soit par les abeilles adultes, quelle que soit leur caste, soit par le couvain. Le rôle des colonies sauvages est important. La survie des femelles de *Varroa jacobsoni* hors de leur hôte ne peut excéder dix jours. Cependant, ce délai assez bref autorise quand même des contaminations indirectes par des parasites portés par du matériel apicole n'ayant pas subi une quarantaine adéquate. Certains auteurs ont remarqué qu'un acararien déposé sur une fleur pouvait infester une autre abeille pendant le butinage. Les guêpes ou les bourdons ne sont qu'exceptionnellement vecteurs de parasites. Le mode essentiel de contamination est donc direct.

Dans le rucher, le pillage, la dérive des butineuses, les errements des faux-bourdons, les manipulations de l'apiculteur sont les principales causes d'extension de

la parasitose. De rucher à rucher, la contamination naturelle survient par le pillage, la dérive ou le vol nuptial de la reine. Selon (Colin., 1982), le délai d'infestation est de 32 jours si les ruchers sont distants de 100 m, de 73 jours si l'intervalle est de 500 m. En trois mois (belle saison), l'extension naturelle est de 6 à 11 km, toujours selon cet auteur.

Cette vitesse de propagation naturelle est négligeable par rapport à celle occasionnée par la transhumance des ruches ou le commerce national ou international de matériel biologique.

2.10. La lutte contre varroa

Le diagnostic de la maladie est difficile au début. Il est toutefois possible d'observer les parasites dans le couvain ou sur les adultes. C'est une maladie grave, entraînant souvent la perte de la colonie et dont le traitement est difficile. Dans les méthodes de lutte, il y'a des acaricides, des insecticide sélectifs, des sulfures, ou d'autre produits plus sophistiqués Amétraz, Apistan, et d'autre produit plus écologiques sont réalisés à base des plantes sauvages. (Jasse., 1994).

2.10.1. Lutte physique

Cette méthode consiste à chauffer les colonies à plus de 40 °C (jusqu'à 48 °C) pendant plusieurs minutes ou plusieurs heures pour tuer les parasites qui ne résistent pas à de telles températures. (Houle., 2004 et Robaux., 1986).

D'après Stallegger., 1988, montré que la chaleur dégager par la ruche en bouchant toutes les entrées, la température s'élève à 44°C et maintenue pendant pas plus de 20 à 30 minutes, après quoi les abeilles peuvent sortir. Cette température présente des avantages de diminution la population du varroa surtout dans la période de miellé.

2.10.2. Lutte chimique

C'est la lutte la plus efficace, mais en matière de lutte chimique contre la varoïse des abeilles, Les substances chimiques doivent être :

Actives sur les varroas sans toutefois les endormir

Inoffensives pour les abeilles et pour l'Homme et elles ne doivent pas être présentes sous forme de résidus dans le miel et les produits de la ruche.

La lutte chimique reste actuellement la principale base des traitements malgré les nombreux inconvénients. **(Kralj et al., 2006).**

a) Molécules de synthèse

Le traitement doit être fait systématiquement afin de maintenir l'infection en dessous d'un seuil de dommages acceptable.

Les principaux produits acaricides sont:

- L'Apistan (principe actif : tau-fluvalinate)
- l'Apivar (principe actif : amitraze)
- l'Apiguard (principe actif : thymol)
- le Thymovar (principe actif : thymol)
- l'Apilife-Var (principes actifs : thymol (76%), eucalyptol (16,4%), camphre (3,8%), menthol (3,8%).

b) Les Acides organiques

- **Acide oxalique:** est un acide organique d'origine végétale que l'on retrouve naturellement dans quelques aliments végétaux (oseille, betterave) y compris certains miels (forêt, châtaignier).

le traitement l'acide oxalique a une efficacité de 80-90% en absence de couvain, et moins de 60 % lors de présence de couvain. **(Sébastien et al., 2012).**

- **Acide formique:** c'est une molécule naturellement présente dans le miel. La recherche évoluant, l'acide formique apparait aujourd'hui comme un produit représentant un potentiel important dans la lutte contre l'acarien.

Il agit lorsqu'il s'évapore sur les parasites des abeilles adultes et sur le couvain **(Fernandez et Coineau., 2002).**

1.10.3. Lutttes biotechniques

- Piégeage des varroas dans le couvain de mâles

Piéger les varroas dans du couvain consiste à introduire des cadres de mâles dans les colonies infestées, puis à les retirer une fois ceux-ci pondus et operculés pour les détruire. **(Pierre J., 2005).**

le retrait partiel des cellules de couvain mâle permet de diminuer de manière significative les populations du parasite dans les colonies (Kruas et *al.*, 1998). Le découpage de couvain de mâles à deux ou trois fois, abaisse la population de varroa d'environ de la moitié. (**Charrière J.D. et Imdorf A., 1998**).

- **Le cadre piège**

La reine est obligée à pondre sur un seul rayon où se concentrent pratiquement tous les *Varroas* en âge de se reproduire puis on élimine ce cadre. (**G. Ravazzi., 2007**).

1.10.4. Aromathérapie

L'aromathérapie est l'utilisation médicale des extraits aromatiques de plantes. Il s'agit donc de soigner à l'aide de principes odorifères.

Les huiles essentielles aussi appelées : essences de plantes, essences aromatiques, essences végétales (**Salle., 1991**) sont des substances volatiles et aromatiques contenues dans des végétaux. (**Degryse et al., 2008**). Le nom « huile essentielle » a été conçu empiriquement : le terme « huile » soulignant le caractère visqueux et hydrophobe de ces substances; cependant, le terme « essentiel » se comprenant comme le caractère principal de la plante (**Benbouali., 2006**). Parmi les espèces végétales (800.000 à 1.500.000 selon les botanistes) 10 % seulement sont capables de synthétiser une essence. Ces plantes sont alors dites « aromatiques ». (**Pibir., 2006**).

Les huiles essentielles jouent un rôle dans la prévention des maladies des abeilles y compris les mycoses, la prévention des maladies virales notamment les paralysies lents et foudroyantes véhiculées par varroa. Elles stimulent les colonies combattent les moisissures, comme elles aident à la conservation des piles de hausses en empêchant la fermentation du sirop de pourrissement (**Duraffourd et al., 1988**).

- **Localisation et fonction des huiles essentielles**

➤ **Localisation**

Les essences dans la plante sont synthétisées et sécrétées par l'intermédiaire des cellules ou organes particulières où elles restent localisées. Cette structure histologique spécialisée variée selon la famille botanique, poils sécréteurs externes (labiacées), cellules sécrétrices (Lauracée et Magnoliacées, Pipéracées), poches sécrétrices (Myrtacées, Aurantiacées), canaux sécréteurs (ombellifères et conifères) (**Pibir , 2006**).

➤ **Fonction**

Selon **Salle (1991)** et **Richter (1993)**, les fonctions possibles des huiles essentielles sont multiples :

- Attraction des insectes pollinisateurs pour permettre la fécondation.
- Protection contre les prédateurs de la plante.
- Inhibition de la germination et de la croissance.
- Inhibition de la germination des bactéries et des champignons.

- **Méthodes d'extraction des huiles essentielles :**

a) Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

La plupart des huiles essentielles sont obtenues par distillation et entraînement à la vapeur d'eau, trois variantes sont possibles selon la texture et la fragilité de la matière première à traiter.

➤ **Hydro distillation simple (Fig. 07)**

C'est la méthode la plus employée pour extraire les huiles essentielles.

La plante est mise en contact avec l'eau dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel, le tout est ensuite porté à l'ébullition. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles se séparent de l'eau par différence de densité

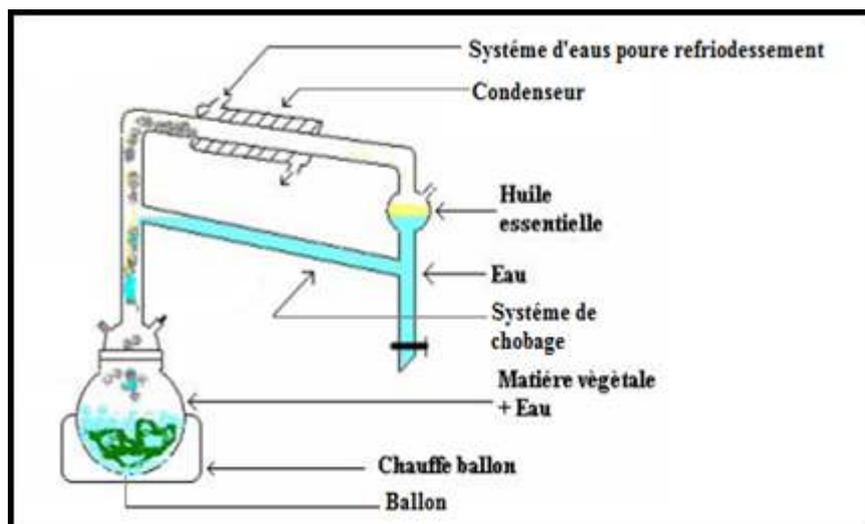


Figure 07: Appareillage d'hydro distillation de laboratoire

➤ **Entraînement à la vapeur sèche**

Pour éviter certains phénomènes d'hydrolyse sur des composants de l'huile essentielle ou des réactions chimiques pouvant altérer les résultats, le procédé de l'entraînement à la vapeur sèche a été mis au point. La masse végétale repose sur une grille vers laquelle la vapeur sèche d'eau est pulsée, les cellules se distendent et les particules d'huile se libèrent, les composés d'huile volatils entraînés par la vapeur d'eau vont pouvoir être séparés par décantation du distillat refroidi.

➤ **Hydro diffusion**

Elle consiste à faire passer un courant de vapeur d'eau à très faible pression à travers la masse végétale. La composition des produits obtenus est sensiblement différente au plan qualitatif de celle des produits obtenus par les méthodes précédentes. (Padm., 2004)

b) Extraction par expression

C'est une technique simple où le matériel végétal est pressé mécaniquement à froid pour extraire son huile essentielle, cette méthode est essentiellement utilisée pour recueillir les huiles essentielles des épicarpes de citrus (citrons, orange, mandarines et pamplemousses). (Semen., 2005)

C) Autres procédés

D'autres procédés sont utilisés le plus souvent pour les plantes délicates qui ne supportent pas la chaleur :

- **Enfleurage**

Cette méthode consiste à mettre le matériel végétal en contact à la température ambiante avec un corps gras (saindoux) qui se sature en essence au bout de quelques jours. La pommade obtenue est épuisée par l'alcool absolu (dans lequel les corps gras sont très peu solubles), l'alcool est ensuite évaporé sous vide.

- **Extraction par solvants volatils**

Cette méthode consiste à dissoudre l'huile essentielle dans un solvant non miscible avec l'eau où se trouve le matériel végétal et à séparer la phase organique contenant l'huile recherchée de la phase aqueuse. Le solvant est ensuite évaporé.

- **Extraction au CO2 supercritique**

L'originalité de cette technique repose sur le solvant utilisé, il s'agit du CO2 en phase supercritique, à l'état supercritique, le CO2 n'est ni liquide ni gazeux et cela lui confère un excellent pouvoir d'extraction modulable à volonté en jouant sur la température et la pression de mise en œuvre. Les avantages de ce procédé c'est que à la fin de l'extraction l'abaissement de la pression provoque le passage du gaz carbonique de l'état supercritique à l'état gazeux et le CO2 s'élimine tout seul de l'extrait. (Sousa Et Al., 2002)

2.11. Moment d'intervention

La plupart des traitements qui impliquent des solutions à appliquer doivent être en dehors de la miellée puisqu'ils pourraient poser préjudice à la qualité du miel. On doit donc traiter :

- Au début de l'été pour s'assurer que la population de varroa soit minimale avant une longue période sans traitement.
- Après la récolte pour renforcer la colonie avant l'hiver.
- Si la population de varroa dépasse le seuil de tolérance.

Les traitements de printemps et d'automne ont l'avantage de coïncider à des périodes où la reine n'est pas active, où il n'y a pas des couvains, et par le fait même, aucun varroa ne peut échapper à un traitement ponctuel. La formation d'essaims au printemps crée une situation semblable (absence de couvain) qui facilite le traitement. En raison du rythme de reproduction très rapide du varroa, les moyens de lutte alternatifs aux acaricides de synthèse ne donnent pas toujours des résultats suffisants. Aucuns produits, même l'acide formique qui est plus efficace que les produits de synthèse, n'est efficace à 100%. L'éradication à 100% n'est donc pas possible ni non plus souhaitable. Si nous pouvons maintenir le niveau d'infestation bas, les colonies pourront graduellement développer une plus grande résistance au varroa (**Alexandre Hanley et Jean Duval., 1995**).

2.12. Impact économique

A ce jour, le parasite varroa demeure le plus sérieux problème rencontré par les apiculteurs. Il semble jouer un rôle central dans les pertes de colonies subies de par le monde. Or, l'infestation des colonies par ce parasite est à la fois difficile à estimer et à contrôler.

Une valeur consensuelle du seuil de dommage économique pour l'Europe se situe autour de 2.000 à 3.000 varroas.

En Allemagne, une colonie présentant 7% d'abeilles d'hiver parasitées a peu de chances de passer l'hiver (**Liebig., 2001**). De même, Si 30% des abeilles d'été sont parasitées et qu'aucun traitement efficace n'est appliqué, la colonie n'a aucune chance de survivre jusqu'au printemps. (**Rosenkranz.,2006**).

800 millions d'abeilles sont menacées par cette maladie. Si aucune mesure n'est prise, le varroa risque d'éradiquer les colonies d'abeilles dans les zones infectées, voire dans toutes zones à potentiel apicole de Madagascar. Depuis la proclamation de l'existence de cette maladie, la mise en œuvre du plan de lutte élaboré par le ministère n'a permis, ni son éradication, ni la maîtrise de sa propagation. Les fonds semblent insuffisants pour la lutte et le ministère a déjà avoué qu'il ne dispose pas assez de ressources pour mener à terme ses activités. Alors, on se demande bien comment le ministère va faire face à ce problème qui risque de se propager. Madagascar est un pays exportateur de miel et il se peut que cette maladie ait un impact négatif sur le commerce du miel, si le ministère de l'Elevage ne fait rien car, selon les experts, cette maladie se répand rapidement faute de traitement dans les plus brefs délais. (**Racl.R., 2012**).

1. Eucalyptus radié

1.1. Classification

D'après **Cronquist. (1981)**, la classification botanique l'eucalyptus est décrite comme suit :

Règne : Plantes

Sous règne : Tracheobionta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Rosidae

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae

Genre : *Eucalyptus*

Espèce : *Eucalyptus radiata* Siebold (P.F.von).

1.2. Description botanique de l'Eucalyptus radié

L'eucalyptus radié est décrit par **Chabert (2013)** comme étant un arbre d'une trentaine à une cinquantaine de mètres de hauteur. Son écorce est blanchâtre et fibreuse. Elle se détache en longs rubans. Les petites branches sont vertes.

Ses feuilles sont colorées, étroites et lancéolées, terminées en pointe et mesurent 7 à 15 cm de large. Elles sont persistantes simple et alternes.

Les fleurs sont regroupées par 11 à 20 et sont de couleur jeune crème (ombelle).

Les fruits sont des capsules de déhiscence, globuleuse, hémisphériques ou piriformes, de 4 à 6 cm de diamètre.



Figure 26 : Houppier d'*E. radiata* (Oumaden., 2003).

1.3. Origine

Le genre *Eucalyptus* est originaire de Tasmanie ou Australie. (Bigendako.M.J., 2004)

1.4. Domaine d'utilisation

Les eucalyptus possèdent toute une gamme de mécanismes d'adaptation et une croissance rapide, ce qui leur a permis d'être la première espèce ligneuse angiosperme de reboisement industriel dans le monde. Le bois d'eucalyptus présente des caractéristiques technologiques intéressantes pour la production de pâte à papier et de charbon de bois...Ect. (Bouvet J.M., 1999).

Comme les autres membres de la famille des Myrtacées, les feuilles d'eucalyptus sont couvertes de grande glande à l'huile. Ces huiles, commercialisées dans le monde trouvent des applications diverses en fonction de leur composition chimique.

Grâce à sa composition chimique et à son principe actif, l'huile d'eucalyptus possède des vertus considérables, elle est très recherchée pour son action antiseptique et antibiotique naturelle, elle est surtout utilisée pour soigner certaines maladies broncho-pulmonaires comme la grippe, les infections et antibactérienne. (Gandy G., 1977).

1.5. Principaux constituants de l'huile essentielle

Selon le laboratoire Centiflor, Usine Australienne. Certifié par ECOCERT Sas F-32P00, la composition chimique de l'huile essentielle de *Eucalyptus radiata* est :

1.8-Cinéol, Limonène, α -pinène, α -terpinéol, Terpényle acétate, Géraniol, Citral, Citronellol, linalol.

2. Ail

1.1 Classification

D'après (Lambinon et al., 2004) :

Embranchement : Spermatophytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Liliopsides

Sous-classe *Liliidae*

Ordre : Liliales

Famille : *Alliaceae*

Genre : *Allium*

Espèce : *Allium sativum* L.

2.1 Description botanique de l'ail (*Allium sativum* L.)

Il s'agit d'une plante herbacée, vivace par l'intermédiaire d'un bulbe ou «tête d'ail» son odeur est forte et piquante (**Garnier et al., 2005**), sa tige est creuse et peut atteindre 50 cm de hauteur (**Girre., 1980**). Ses feuilles sont linéaires, engainantes à limbe allongé, plat, étroit, atténué, en pointe. Les feuilles renversées et tombantes ou naissent tous les bulbes. Elles sont de plus en plus longues et emboîtées les unes dans les autres, pouvant atteindre le milieu de la tige (**Garnier et al., 2005**).

La tige se termine par des fleurs blanchâtres ou rosées, largement pédonculées, groupées, mêlée à de bulbilles en ombelles simples terminales, renfermées avant la floraison dans une spathe membraneuse, munie d'une pointe très longue et ne persistant pas (**Bruneton., 1999**).

La fleur est composée de 3 sépales et de 3 pétales libres persistantes, de 6 étamines plus courtes que le périanthe et disposées en 2 verticilles. Les filets des étamines internes sont : 16 dilatés, élargis à 3 pointes égales au sommet, la pointe médiane portant seule l'anthère. L'anthère introrse est oblongue et fixée par le dos (**Garnier., 1961**). Après fécondation, il y a formation d'une capsule triangulaire, libre à 3 loges avec 2 ovules par loge. Les graines sont anguleuses et comprimées, noires (**Garnier., 1961**). Le style est mince et persistant, le stigmate quant à lui est petit.

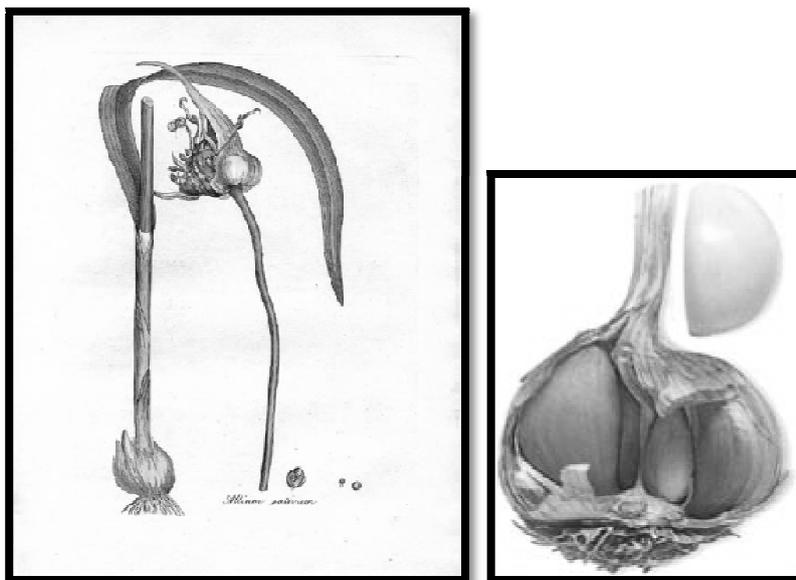


Figure 09 : l'ail avec la spathe membraneuse spécifique, terminée en pointe.
(Girre., 1980).

2.3 Origine et distribution

L'ail est originaire d'Asie centrale (Garnier., 1961). De là, il est passé en Egypte puis dans le bassin méditerranéen. Aujourd'hui, sa culture est largement répandue en Europe. Il croît sans intervention humaine en Sicile, en Espagne, en Egypte et en Algérie (Daif., 1993). En France, il est cultivé dans les régions du Sud-ouest et de la vallée de la Loire (Delaveau., 1982). Sa culture peut se faire à partir de bulbilles situés dans l'inflorescence ou à partir de fragments du bulbe (caïeux) (Delaveau., 1982).

2.4 Différentes variété de l'ail

D'après Mazoyer. (2002), les variétés d'ail se répartissent en deux groupes :

- ❖ Les variétés d'automne : à planter avant l'hiver, sont le plus productive, leurs bulbes sont gros de 100 à 140g, représentées par : ail blanc et ail violet.
- ❖ Les variétés de printemps : ou alternatives, peuvent être plantées jusqu'en février, mars, leurs bulbes sont moins gros de 60 à 120g, représentées par ail rose et ail rouge.

2.5 Usage et propriétés thérapeutique de l'ail

Selon **Cecchini. (2004)**, en plus de donner du gout aux aliments, l'ail a toujours été utilisé, et continue de l'être pour guérir diverse pathologies comme l'hypertension, l'hypercholestérolémie et les infections. Il contribue en outre à éliminer les radicaux libres (en stimulant la production de l'enzyme glutathion peroxydase), et oigne les affections pulmonaires. L'ail est aussi utilisé dans les troubles de la circulation sanguine, aussi dans les bronchites on lui attribue également une action antiseptique au niveau intestinal d'où son effet vermifuge.

2.6 Principaux constituants chimique de l'ail

Le bulbe d'ail renferme des sucres (fructanes), des saponosides (hétérosides de furostanols : sativosides, proto-éruboside-B ect.). Mais les composés les plus connus sont les dérivés soufrés. Le composant principal de l'ail frais est alliiine. (**Bruneton., 1999**).

Les gousses d'ail sont particulièrement aromatiques contiennent 0.1 à 9.4 % d'alliine. En cas de blessure de la plante, l'alliine se transforme en allicine qui donne son odeur caractéristique à la plante, en sulfide de diallyle et autres principe similaire. En cas de consommation excessive de l'ail, ces principes peuvent sortir par les pores de la peau. (**Jorek., 1983**).

1. Objectif du travail

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet acaricide de l'huile essentielle de deux plantes; *Allium sativum L* et *Eucalyptus radiata Siebold (P.F.von)* sur le *Varroa jacobsoni* parasite d'*Apis mellifera intermissa*, de déterminer la dose la plus efficace pour neutraliser ce parasite nuisible de l'abeille, la comparer par celle de l'acide oxalique et apivar qui sont des produits chimiques très utilisés en Algérie.

2. Présentation de la zone d'étude

2.1. Critères de choix du site

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

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

2.2. Présentation du site

Notre étude a été réalisée au niveau du :

1^{er} site de la station expérimental du département des biotechnologies, Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie, Université Blida I. Le rucher comporte dix ruches installées dans un verger constitué d'orangers entouré par les arbres d'eucalyptus et de casuarina.

2^{ème} site au niveau un verger privé situé dans la region Ben Idris, Boufarik, Blida, qui comporte

Huit ruches installées dans un verger constitué dépêché, citronniers, orangers et olivier entouré par les arbres d'eucalyptus et autres plantes mellifères et pollinifères.

La période d'expérimentation s'étale du 21/11/2015 au 30/03/2016.

:

2.3. Les conditions de travail

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

3. Matériel biologique

3.1. Matériel animal

3.1.1. Les abeilles (l'espèce hôte de l'acarien) (Fig. 10)

Nous avons travaillé sur 18 colonies d'abeilles de l'espèce *Apis mellifera intermissa*, cette espèce tellienne est caractérisé par une :

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



Figure 10 : Présentation de la colonie d'*Apis mellifera intermissa*.

3.1.2. Le parasite : l'acarien ectoparasite de l'abeille *Apis mellifera* est le *Varroa jacobsoni* qui provoque la varroase (Fig. 11).



Figure 11 : Abeilles infestées par le varroa

3.2. Matériel végétal

3.2.1 L'huile essentielle

- une huile essentielle extraite de la plante *Eucalyptus radiata*, provenant de laboratoire Centiflor, Usine Australie. Cette huile a été achetée. Le flacon renferme 5ml (Fig. 16).



Figure 12 : flacon d'huile essentielle de l'eucalyptus.

- une autre extraite des bulbes d'*Allium sativum L.*, au laboratoire de plantes aromatiques et médicinales, département des biotechnologies, Faculté SNV, université de Blida 1. Une quantité de 5kg de bulbes utilisée est achetée au niveau du marché local de Ouled Yaich, fraîches et d'aspect appréciable. (Fig. 13)



Figure 13 : Les Bulbes de l'ail.

4. Matériel non biologique

4.1. Matériels apicoles

a. Les ruches

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



Figure 14: Disposition des ruches sur les deux sites a et b.

- 8 ruches de type Anshtroum alignées sur le côté du verger pêcher dans la région, Boufarik, Blida.

Les deux sont Dirigés vers l'exposition nord.

b. Equipements apicoles

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

- Lève cadre : sert à décoller les nourrisseurs et les cadres propolisés.

- La brosse : pour débarrasser un cadre de toutes les abeilles.

- Combinaison : pour éviter les piqûres des abeilles.

c. Matériel utilisé pour le diagnostic

- **Les langes** : qui sont des plaques de longueur 35cm et de largeur 25 cm, inférieure à celle du plancher de la ruche, utilisé dans pour le piégeage du varroa.

- **La graisse** : elle est nécessaire pour enduire les langes sur lesquels tombent et s'engluent les parasites.
- **Traitement chimique** : Apivar et Acide oxalique.

4.2 Matériel de laboratoire (annexe.01)

5. Méthode

5.1 Méthodes d'extraction

L'extraction de l'huile essentielle à partir des bulbes d'*Allium sativum* est effectuée par la méthode d'hydro-distillation.

- Préparation du matériel végétal

Nous avons commencé par la préparation du matériel végétal, en enlevant la peau externe pour libérer les gousses et les couper en petits morceaux pour les rendre prêtes à l'extraction.

Une quantité de 200 g de bulbes coupées d'*Allium sativum* est macérée dans de l'eau distillée, agité à l'aide d'un agitateur magnétique pendant une minute à vitesse moyenne et gardé pendant une heure en macération comme le montre la **Fig.15**



Figure 15: Préparation du matériel végétal

- But de la macération

La macération est nécessaire pour assurer la transformation de l'Alliine (constituant major de l'ail frais) en Allicine (précurseur principale de l'huile essentielle).

Les bulbes d'ail cultivé ne contiennent pas d'Allicine puisque l'Alliine et l'Alliinase se trouvent dans des compartiments différents au sein des cellules de bulbe d'ail, quand ce

dernier est coupé ou bien écrasé l'Alliine entre en contact avec l'Alliinase pour former l'Allicine, l'acide pyruvique et l'ammoniac selon la réaction suivante.

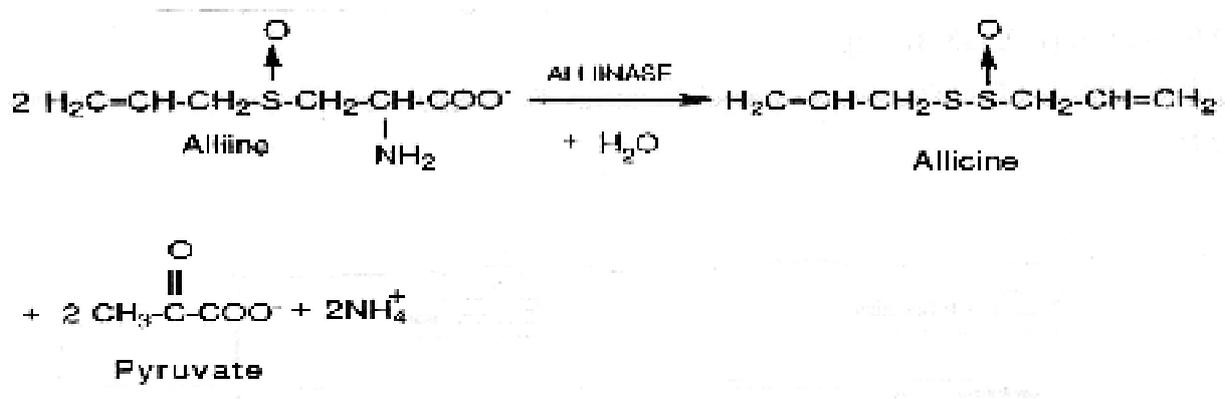


Figure 16 : Transformation de l'Alliine en Allicine

- Hydrodistillation

Après une heure de macération l'homogénat est versé dans un ballon de 1L puis porté à l'ébullition pendant 2 à 3 heures dans l'hydro-distillateur. Sous l'action de la chaleur, les cellules sécrétrices de l'huile essentielle éclatent et libèrent des composés organiques volatils. Les vapeurs hétérogènes (eau+molécules aromatiques) sont condensées en passant dans un serpentin du réfrigérant et redeviennent liquide et recueilli dans une ampoule à décanter à robinet (KHADRI S., 2009).

On observe ensuite et petit à petit, la condensation au niveau du réfrigérant et la formation de gouttelettes jaune. Qui est d'abord plus légère que l'eau, mais qui devient plus pesante à mesure que la distillation avance. Ceci qui permet à l'huile de descendra au-dessous de l'eau lors de l'extraction et nous oblige de la récupérer rapidement afin de ne pas la perdre (Fig. 17).



Figure 17 : Matériel (Clévenger) d'hydro-distillation employé pour l'extraction de l'huile essentielle de l'ail

5.2. Détermination du rendement en huile essentielle

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

Le rendement est calculé par la formule suivante :

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

R : rendement de l'huile essentielle en %

PB: quantité de l'huile essentielle en g

PA : quantité de la plante en g

5.3. Préparation de la solution d'acide oxalique

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

5.4. Préparation des doses des huiles essentielles

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

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

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

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

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



Figure 18 : Disposition de lanières en papier buvard portant le traitement, sur les langes graissées.

Pour le traitement chimique par Apivar, nous avons utilisé 3 lanières par ruche qui sont placées verticalement entre les cadres (**Fig. 19**)



Figure 19: Disposition des 3 lanières d'Apivar dans la ruche

Pour l'acide oxalique, nous avons utilisé 10ml, appliqué par pulvérisation sur la surface de la ruche (**Fig.20**).



Figure 20: Pulvérisation du traitement

5.5. Présentation des lots expérimentaux

Dans le protocole adopté, nous avons travaillé sur 18 ruches infestées par *Varroa jacobsoni*, distribuées en six lots (T : Témoin, D1 : Dilution 0.25%, D2 : Dilution 0.5%, D3: Dilution 1%, AO : Acide oxalique, AP : Apivar), Chaque lot contient trois ruches, le nombre de traitements est de un par semaine pendant un mois (Tab.3)

Tableau 04 : Le protocole expérimental de traitement

Lots	Ruches	Type de traitement
T	R1, R2, R3	Témoins (sans traitement)
D1	R4, R5, R6	Traité par une dose de 0,25% d'huile essentielle
D2	R7, R8, R9	Traité par une dose de 0,5% d'huile essentielle
D3	R910, R11, R112	Traité par une dose de 1% d'huile essentielle
AP	R13, R14, R15	Apivar
AO	R16, R17, R18	Acide oxalique

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

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

Ce choix repose sur un fait :

- La majorité des Varroas qui vont mourir tomberont sur les langes et il sera facile de les dénombrer (**Robaux., 1986**) (**Fig. 21**).

Le comptage des Varroas a été réalisé quatre fois par mois, à raison d'une fois par semaine (7 jours) après chaque traitement (**Fig. 21**). L'estimation se fait par une simple division de mortalité journalière, cette valeur multipliée par 90 jours (la durée maximale de vie de la femelle varroa en été). Ce qui nous permis d'obtenir le nombre approximatif de varroa existant dans la colonie (**Robaux, 1986**).



Figure 21: Méthode d'utilisation des langes et du comptage du varroa.

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

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



Figure 22 : Estimation du nombre d'abeilles dans une colonie.

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

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

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

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

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

A : correspond au nombre de varroa morts pendant un mois

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

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

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

1. Résultats

1.1. Evaluation du rendement des huiles essentielles

L'extraction par hydrodistillation de 200 g de bulbes d'*Allium sativum* a donné une quantité de 0.18g d'huile essentielle, avec laquelle nous avons calculé le rendement qui est de (0.09%).

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

Pour ce test, nous avons mis dix (10) abeilles dans une boîte Pétri avec une goutte (1ml) d'huile essentielle à concentration 0.25%, déposée sur la face interne au fond de la boîte qui est couverte par la suite avec un morceau de compresse. Après 30 mn d'observation, nous avons remarqué que les abeilles n'ont présenté aucune anomalie physique ou comportementale, elles se sont envolées à l'ouverture de la boîte. Ce teste montre la non toxicité des deux huiles essentielles pour les abeilles domestiques à cette concentration.

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

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

1.3.1. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE d'Eucalyptus

Tableau 05 : Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE d'Eucalyptus

Ruches	Nombre de varroa morts après un mois «A»	Mortalité moyenne du varroa par jour (B=A/29)	Population de varroa estimée (C=B*90)	Population d'abeilles estimée (P)	Taux d'infestation initial par ruche (%) (d°I ₀ = C/P)	Taux d'infestation initial par lot (%)
R1	164	5.46	491.4	15000	3.27	5.38
R2	270	9	810	25000	3.24	
R3	321	10.7	963	10000	9.63	
R4	683	22.76	2048.4	20000	10.24	9.39
R5	304	10.13	911.7	12500	7.30	
R6	621	20.7	1863	17500	10.64	
R7	120	4.13	372.41	17500	2.12	2.25
R8	272	9.06	815.4	25000	3.26	
R9	89	3.06	276.21	20000	1.38	
R10	160	5.51	496.55	12500	3.97	3.89
R11	167	5.56	500.4	25000	2	
R12	275	9.48	853.4	15000	5.7	
R13	288	9.6	864	25000	3.46	7.84
R14	401	13.36	1202	12500	9.62	
R15	335	11.16	1044	10000	10.44	
R16	422	14.06	1265.4	25000	5.06	4.82
R17	272	9.06	815.4	20000	4.08	
R18	222	7.4	666	12500	5.33	
Somme	5386	180.19	16258.67	320000	100.74	33.57
X±σ	299.2±156.9	10.01±8.5	903.26±393.86	17777.78±5549.83	5.60±0.79	5.60±0.79

D'après le tableau n°5, nous remarquons que toutes les colonies du rucher sont parasitées par le varroa et présentent un degré d'infestation qui varie de 1.38% à 10.64%, soit une moyenne de 5.60%. Cette intensité de l'infestation est très hétérogène au niveau des ruches et des lots.

Nous avons enregistré :

- Neuf ruches avec un taux d'infestation variant entre 1.38% à 4.08%, (<5%).
- Six ruches avec taux d'infestation entre 5.33% et 9.63%, (entre 5% et 10%).
- Trois ruches avec un taux d'infestation entre 10.24% à 10.64%, (supérieur à 10%).

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

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

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

1.3.2. Estimation du taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE d'Eucalyptus

Les résultats présentés dans la figure 23 montrent le taux d'infestation des différents lots avant traitement par l'HE d'eucalyptus, le lot n° 2 est plus infestée avec un taux d'infestation de 9.39% , le lot n° 1, lot n° 5 et lot n° 6 ont une infestation moyenne et les lots 4 et 3 ont une faible infestation par rapport aux lots précédents.

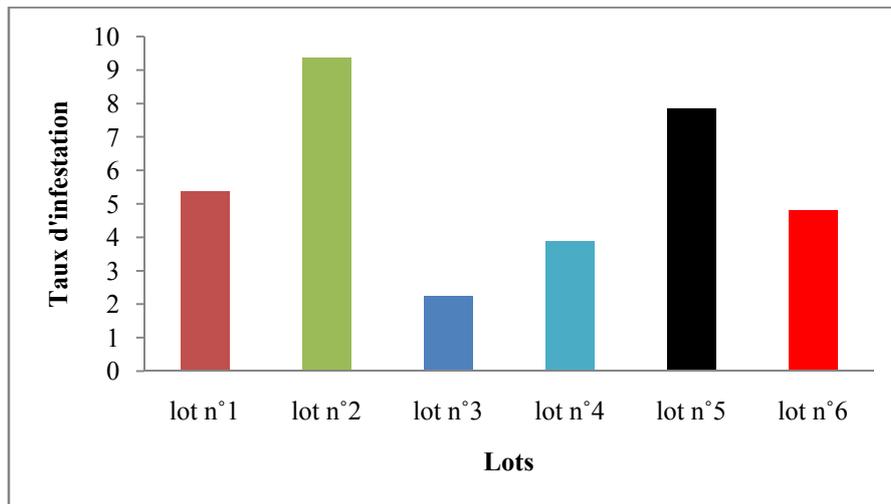


Figure 23 : Histogramme représente le taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE d'Eucalyptus

1.4. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches

Dans les tableaux ci-dessous nous présentons les taux d'infestation par le varroa et les taux d'abeilles dans les ruches et dans les lots.

1.4.1. Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE d'Ail

Tableau 06 : Estimation du taux d'infestation initial des différentes ruches avant traitement par l'HE d'*Ail*

Ruches	Nombre de varroa morts après un mois «A»	Mortalité moyenne du varroa par jour (B=A/29)	Population de varroa estimée (C=B*90)	Population d'abeilles estimée (P)	Taux d'infestation initial par ruche (%) (d°Ii ₀ = C/P)	Taux d'infestation initial par lot (%)
R1	644	22.21	1998.6	15000	13.32	9.8
R2	621	20.7	1863	25000	7.45	
R3	288	9.6	864	10000	8.64	
R4	265	8.83	794.7	20000	3.97	2.97
R5	100	3.26	293.4	12500	2.35	
R6	152	5.06	455.4	17500	2.6	
R7	140	4.28	434.48	17500	2.48	2.42
R8	160	5.52	496.55	25000	1.99	
R9	180	6.2	558.62	20000	2.79	
R10	344	11.46	1031.4	12500	8.25	5.26
R11	109	3.76	338.27	25000	2,1	
R12	272	9.06	815.4	15000	5.44	
R13	493	16.43	1478.7	25000	5.91	9.02
R14	403	13.89	1250.69	12500	10.01	
R15	359	12.37	1114.14	10000	11.14	
R16	964	33.24	2991.7	25000	11.97	16.56
R17	978	33.72	3035.17	20000	15.17	
R18	908	31.31	2817.9	12500	22.54	
Somme	7380	249.9	22632.12	320000	138.12	46.03
X±σ	410±295,78	13.88±6.33	1257.34±706,40	17777.78±5549.83	7.67±6.52	7.67±6.52

D'après le tableau n°6, nous remarquons que toutes les colonies du rucher sont parasitées par le varroa et présentent un degré d'infestation qui varie de 1.99% à 22.54%, soit une moyenne de 7.67%. Cette intensité de l'infestation est très hétérogène au niveau des ruches et des lots.

Nous avons enregistré :

- Sept ruches avec un taux d'infestation variant entre 1.99% à 3.97%, (<à 5%).
- Cinq ruches avec taux d'infestation entre 5.44% et 8.64%, (entre 5% et 10%).
- Cinq ruches avec un taux d'infestation entre 10.01% et 15.17% , (entre 10% et 20%).
- Une ruche avec un taux d'infestation élevé de 22.54% (entre 20% et 30%).

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

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

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

Nous avons une ruche avec un nombre de varroas dépassant largement celui supporté par la colonie et, le couvain présent est considéré totalement occupé par ce parasite, ce qui ne laisse aucune chance aux abeilles qui vont naître puisqu'elles seront totalement affaiblies avec une durée de vie raccourcie.

1.4.2 Estimation du taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE d'Ail

Les résultats présentés dans la figure 24 montrent le taux d'infestation des différents lots avant traitement par l'HE d'Ail. Le lot n° 6 est plus infesté avec un taux d'infestation de 16.56%. Le lot n° 1, lot n° 5 et lot n° 4 ont une infestation moyenne et les lots 2 et 3 ont une faible infestation par rapport aux lots précédents.

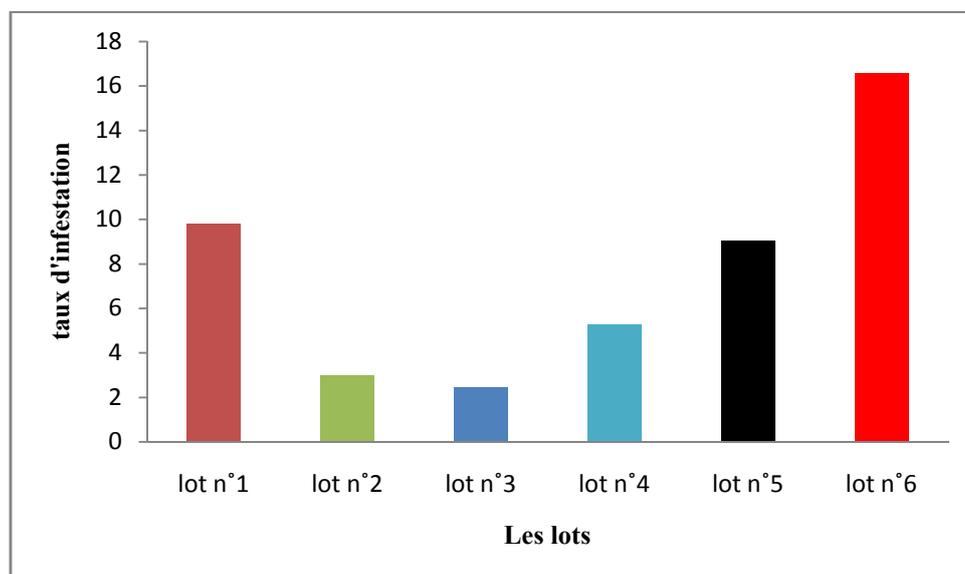


Figure 24: Histogramme représente le taux d'infestation initial des différents lots avant traitement par l'HE d'Ail.

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

Dans cette partie nous vous présentons la variation de la mortalité de varroa au niveau des ruches et des lots traités et non traités par les huiles essentielles d'eucalyptus ensuite par celle de l'ail.

1.5.1. L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'HE d'*Eucalyptus*

A. Traitement à la concentration 0.25% (Lot n° 2/D1)

Selon la figure 25, nous avons noté une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la 1^{ère} application du traitement.

Mais les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir de la 2^{ème} semaine.

On observe que la dose D1 dans la ruche 4 a provoqué un taux de mortalité élevé qui augmente de la première semaine à la quatrième semaine de traitement. L'effet acaricide le plus remarquable est observé après le premier traitement, qui continue à croître jusqu'à atteindre 84% de mortalité. Ceci revient à la population d'abeille qui est importantes et égale à 17500. (Tableau 07, Annexe 02)

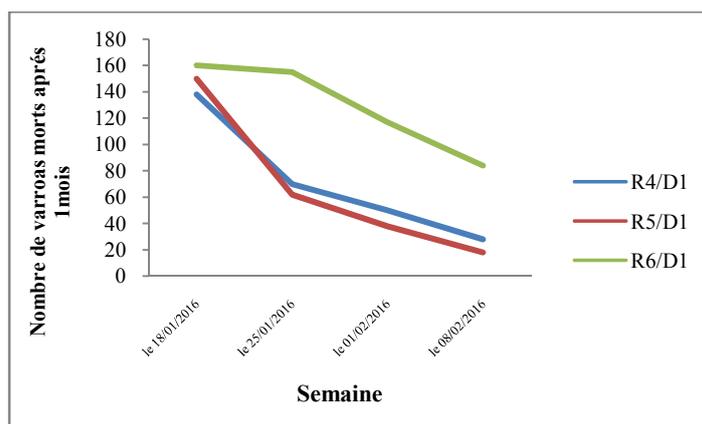


Figure 25: Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d'*Eucalyptus* à la concentration 0.25%

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

La figure 26 montre que nous avons une chute considérable de varroas durant les sept 1^{ers} jours qui, ont suivi la 1^{ère} application de traitement, une augmentation de la chute de ces acariens à partir de la 2^{ème} semaine est observée après la 2^{ème} application. Les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir la 3^{ème} semaine pour la ruche 8.

Pour les ruches 7 et 9, nous remarquons une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la 1^{ère} application de traitement. Mais les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir de la 2^{ème} semaine, ensuite le nombre de varroa morts diminue avec le temps.

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

On observe que la dose D2 a provoqué dans la ruche 8 un taux de mortalité élevé qui augmente de la première semaine à la quatrième semaine de traitement. L'effet acaricide le plus remarquable est observé après le premier traitement, qui continue à croître jusqu'à atteindre 26% de mortalité. Ceci revient à la population d'abeille qui est importantes et égale à 25000. (Tableau 08, Annexe 02)

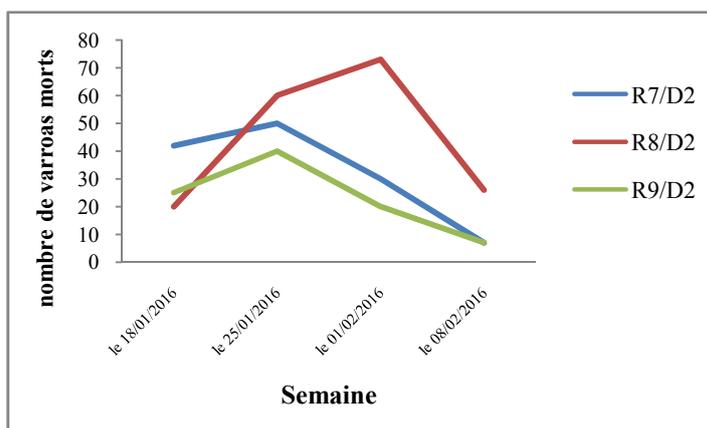


Figure 26 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d'*Eucalyptus* à la concentration 0.5%

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

La figure 27 montre que nous avons une chute considérable de varroas durant les sept 1^{ers} jours qui ont suivi la 1^{ère} application de traitement, une augmentation de la chute de ces acariens à partir de la 2^{ème} semaine est observée après la 2^{ème} application. Les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir la 3^{ème} semaine.

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

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R12/D3). (Tableau 09, Annexe 02)

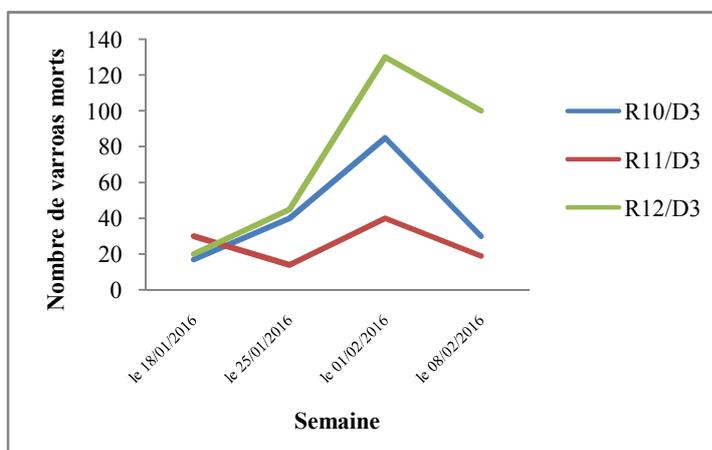


Figure 27 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d'*Eucalyptus* à la concentration 1%

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

Selon la figure 28, nous avons noté une chute considérable de varroas durant les sept jours 1^{ers} qui ont suivi la 1^{ère} application de traitement. Une diminution considérable de varroas est observée à la 2^{er} application, suivi d'une augmentation de varroas morts à la 3^{ème} application.

Mais les comptages ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir 4^{ème} semaine.

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

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R14/AO). (Tableau 10, Annexe 02)

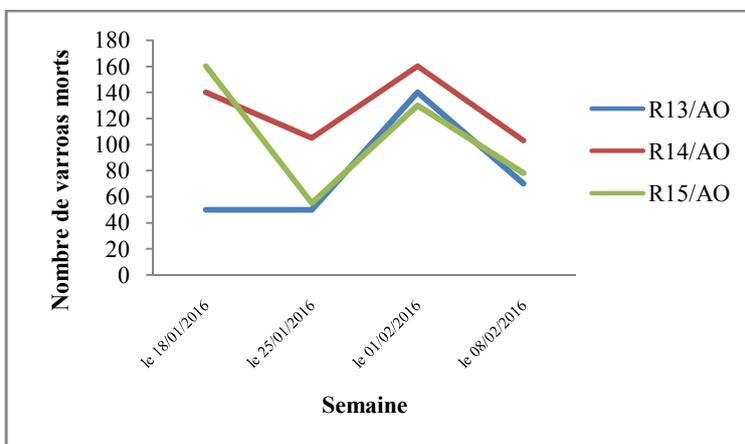


Figure 28 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'acide oxalique (AO).

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

Selon la figure 29, nous avons noté une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la 1^{ère} application du traitement.

Mais les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir de la 2^{ème} semaine.

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R16/AP). (Tableau 11, Annexe 02)

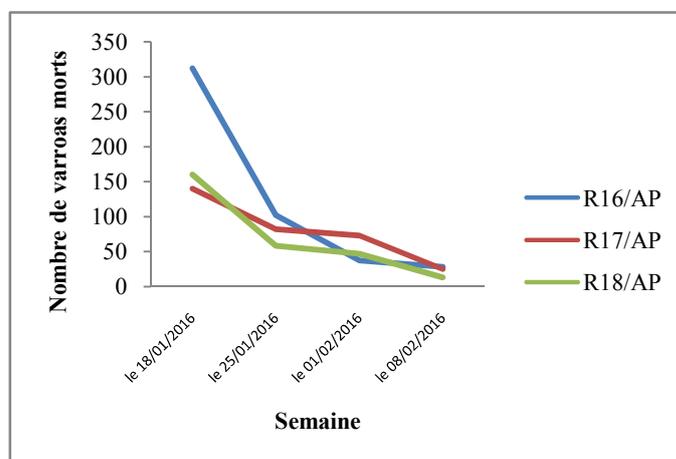


Figure 29 : Evolution de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par Apivar (AP).

1.5.1* Témoin (lot n°1/TM)

Sur la figure 30, on note un grand pic à 2^{ème} semaine pour la ruche 1, ce peut être expliqué par le taux d’infestation élevé. Ensuite le nombre de varroas morts diminue avec le temps.

Pour la ruche n°2 et n°3, on observe 2 pics à 3^{ème} semaine, ensuite le nombre de varroas morts diminue avec le temps.

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d’infestation élevé (R1/TM1). (Tableau 12, Annexe 02)

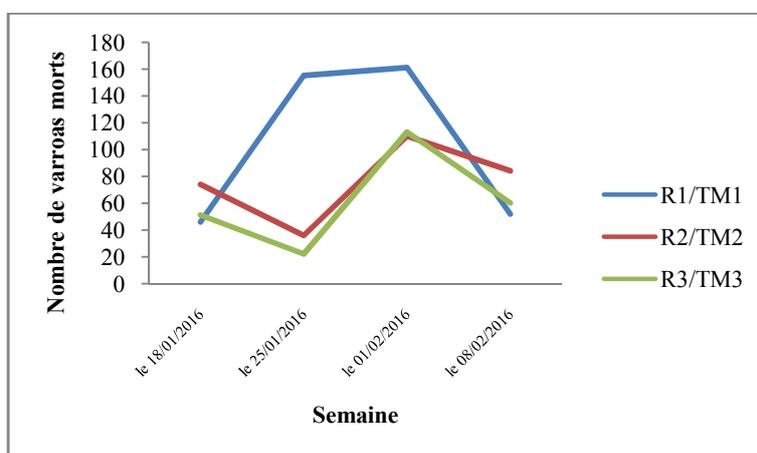


Figure 30 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches (lot témoin)

1.5.1* Comparaison entre les lots

La figure 31 montre que l’effet acaricide est positif sur le *Varroa jacobsoni* chez les lots n°6 et n°5 avec une supériorité de la mortalité du varroa montrée par le lot n°6.

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

Le lot témoin montre qu’il existe une mortalité naturelle de varroas, soit par vieillissement ou à cause d’une chaleur élevée et même a cause la saison. (Tableau 13, Annexe 02)

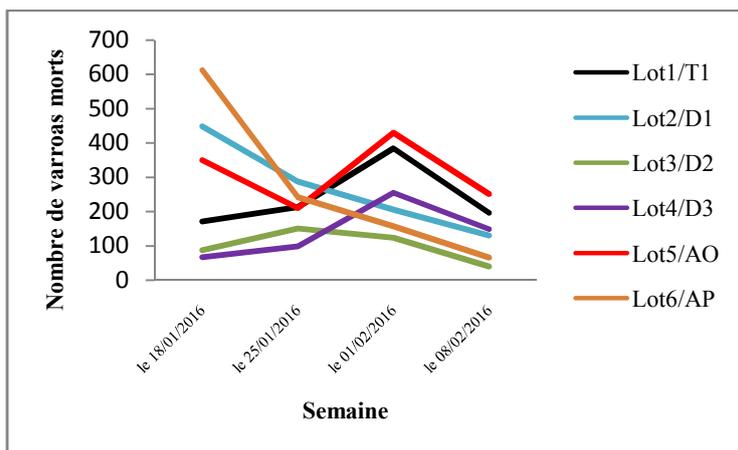


Figure 31 : Comparaison entre le taux de mortalité des 06 lots

1.5.2 Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de l'Ail

A. Traitement à la concentration 0.25% (Lot n°2/D1)

La figure 32 montre que nous avons une chute considérable de varroas durant les sept 1^{ers} jours qui ont suivi la 1^{ère} application de traitement, une augmentation de la chute de ces acariens à partir de la 2^{ème} semaine est observée après la 2^{ème} application. Les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir la 3^{ème} semaine pour la ruche 4.

Pour les ruches 5 et 6, nous avons remarqué une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la 1^{ère} application de traitement. Mais les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir de la 2^{ème} semaine, ensuite le nombre de varroa morts diminue avec le temps.

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R4/D1). (Tableau 14, Annexe 03)

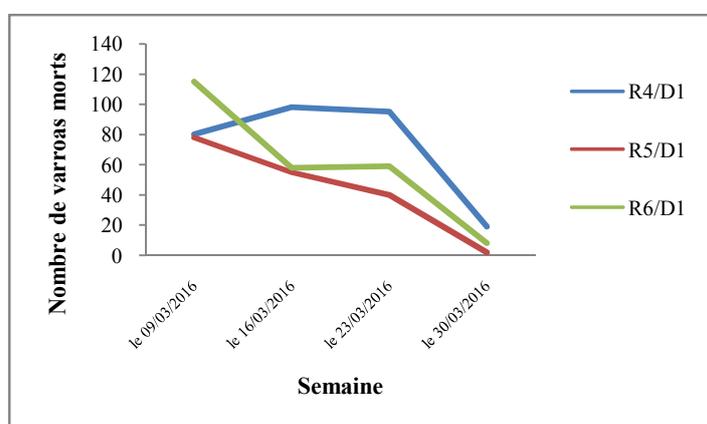


Figure 32 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de l'*ail* à la concentration 0.25%

B. Traitement à la concentration 0,5% (Lot n°3/D2)

Selon la figure 33, nous avons noté une chute considérable de varroas durant les sept jours 1^{ers} qui ont suivi la 1^{ère} application de traitement. Une diminution considérable de varroas est observée à la 2^{er} application, suivi d'une augmentation de varroas morts à la 3^{ème} application.

Mais les comptages ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir 4^{ème} semaine.

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

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R9/D2). (Tableau 15, Annexe 03)

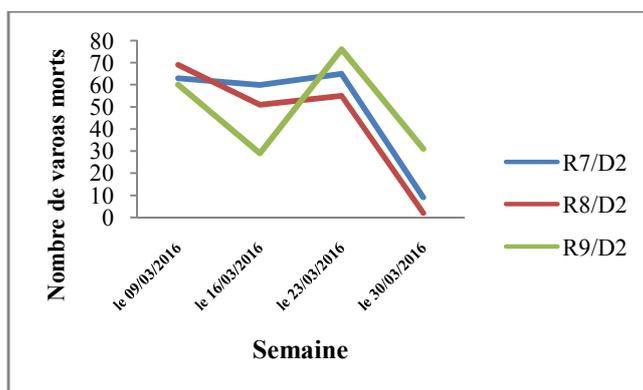


Figure 33: Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de l'*ail* à la concentration 0.5%

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

La figure 34 montre que nous avons une chute considérable de varroas durant les sept 1^{ers} jours qui ont suivi la 1^{ère} application de traitement, une augmentation de la chute de ces acariens à partir de la 2^{ème} semaine est observée après la 2^{ème} application. Les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir la 3^{ème} semaine pour la ruche 10.

Pour les ruches 11 et 12, nous avons remarqué une chute considérable de varroas durant les sept premiers jours qui ont suivi la 1^{ère} application de traitement. Mais les comptages suivants ont révélé une baisse très progressive de varroas notamment à partir de la 2^{ème} semaine, ensuite le nombre de varroa morts diminue avec le temps.

On observe que la mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R10/D3). (Tableau16, Annexe 03)

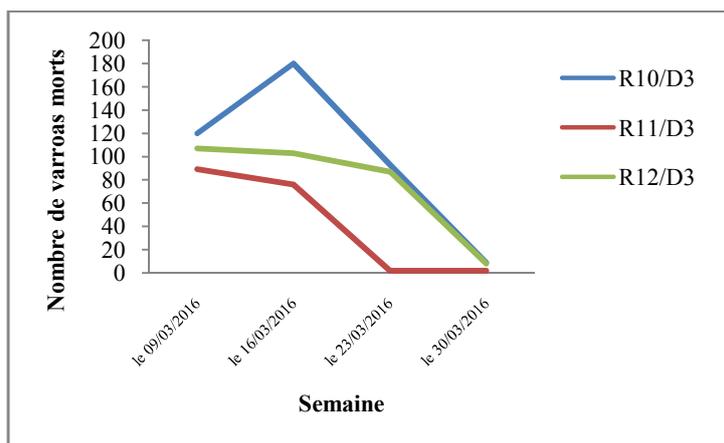


Figure 34 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l’huile de l’ail à la concentration 1%

1.5.2* Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l’acide oxalique (lot n°5/AO).

Selon la figure 35, on observe un pic de mortalité (308%) à la 2^{ème} semaine pour les trois ruches, ceci peut être expliqué par le taux d’infestation élevé. Ensuite le nombre de varroas morts diminue progressivement avec le temps jusqu’ à atteindre des valeurs minimales de 64%, 54% et 44%.(Tableau 17, Annexe 03)

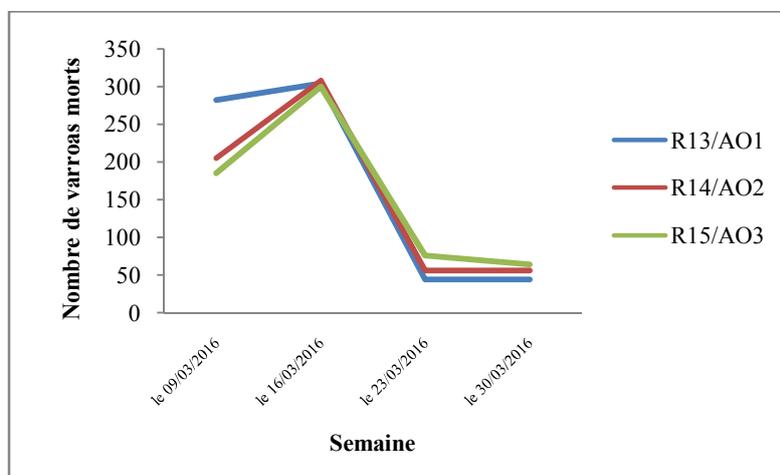


Figure 35 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'acide oxalique (AO).

1.5.2* Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Apivar (lot n°6/AP)

Selon la figure 36, nous avons noté une diminution de nombre de varroas morts progressivement avec le temps jusqu' à atteindre des valeurs minimales de 22%, 23% et 41%, ceci peut être expliqué par efficacité rapidement de traitement. (Tableau 18, Annexe 03)

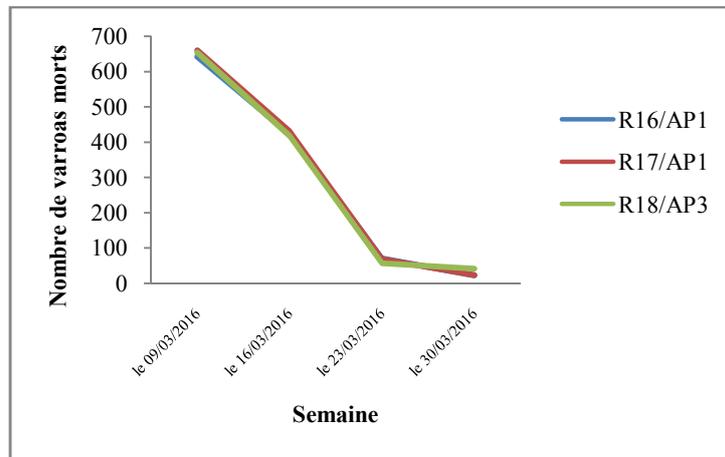


Figure 36 : Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par Apivar (AP).

1.5.2* Témoin (lot n°1/T)

Sur la figure 37, on note un grand pic (210%) à la 3^{ème} semaine pour la ruche 2, ce peut être expliqué par le taux d'infestation élevé. Ensuite le nombre de varroas morts diminue avec le temps.

Pour la ruche n°1 et n°3, on observe 2 pics à la 2^{ème} semaine, ensuite le nombre de varroas morts diminue avec le temps. La mortalité la plus grande correspond à la ruche qui a un taux d'infestation élevé (R1/TM). (Tableau19, Annexe 03)

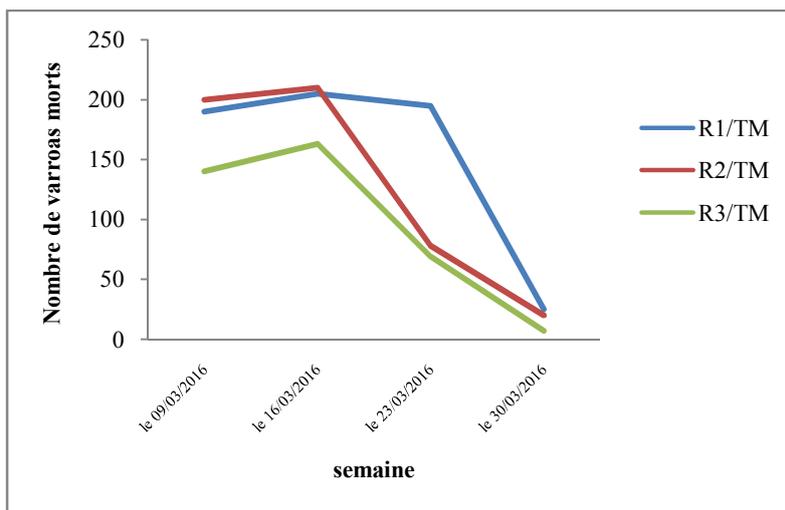


Figure 37: Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches (lot témoin)

1.5.2* Comparaison entre les lots

La figure 38 montre que l'effet acaricide est positif sur le *Varroa jacobsoni* dans les lots n°6 et n°5 avec une mortalité supérieure du varroa montrée par le lot n°6.

Par rapport aux résultats des lots n° 2,3 et 4, la dose D3 dans le lot 4 a provoqué un taux de mortalité élevé.

Dans le lot témoin montre qu'il existe une mortalité naturelle de varroas, soit par vieillissement ou à cause d'une chaleur élevée et même à cause la saison. (Tableau 20, Annexe 03)

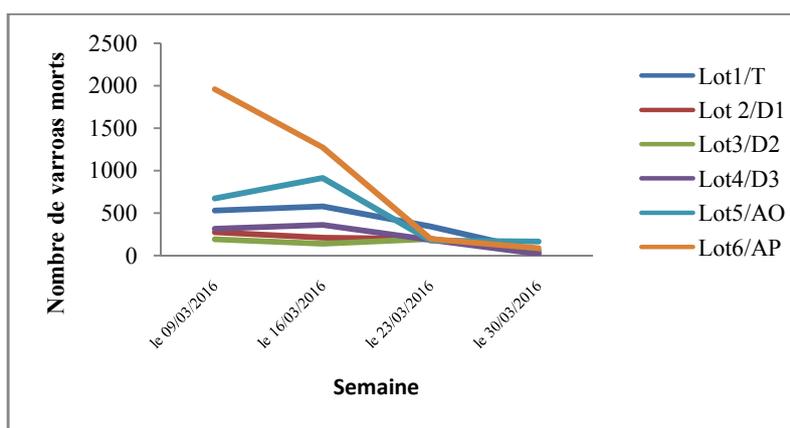


Figure 38 : Comparaison entre le taux de mortalité des 06 lots

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

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

La figure 39 montre que l'huile essentielle de l'*Eucalyptus* à un effet toxique sur le *Varroa jacobsoni*, mais le meilleur résultat est obtenu surtout sur les ruches R7/D2, R12/D3 avec un taux de mortalité de 34.6% ; 34.56% respectivement, Le traitement chimique effectué par l'acide oxalique et l'apivar a donné des résultats meilleurs que ceux des plantes utilisées (taux de mortalité de R18/AP : 80.74% et R15/AO : 50.52%).(Tableau 21, Annexe 04)

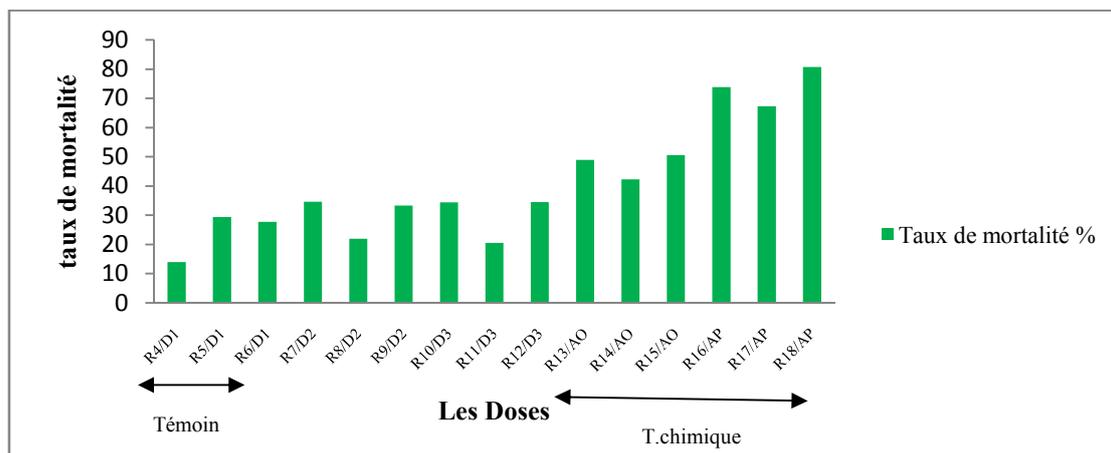


Figure 39 : Evaluation des taux de mortalité des ruches traitées avec l'huile essentielle de l'*Eucalyptus* et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).

1.6.1* Evaluation des taux de mortalité dans les lots traités avec l'huile essentielle de l'*Eucalyptus* et les produits chimique (Apivar et acide oxalique)

Selon la figure 40, toutes les concentrations ont montré une activité acaricide, mais la dose D2 présente le taux de mortalité le plus élevé par rapport à D3 et D1. Comparant au produit chimique, ce dernier a donné un taux de mortalité plus important mais n'est pas très loin de celui des doses. (Tableau 22, Annexe 04)

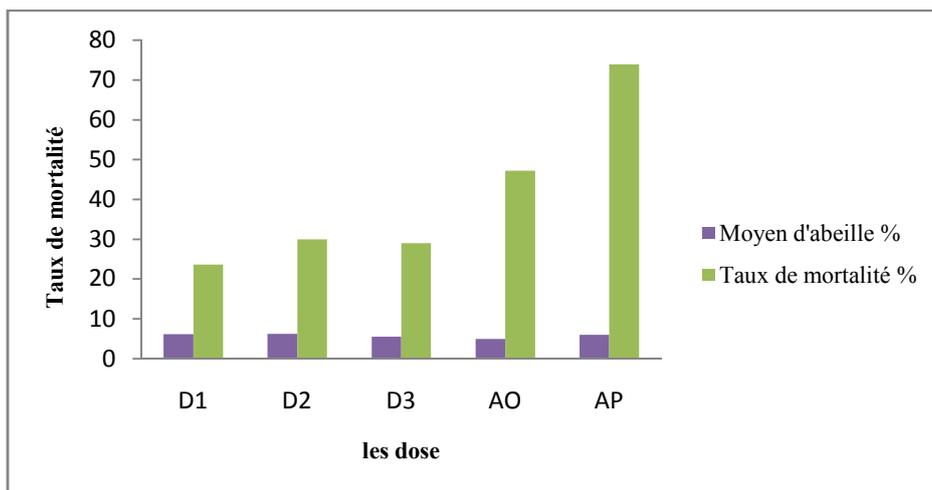


Figure 40: Evolution de taux de mortalité des lots traités avec l’huile essentielle de l’*Eucalyptus* et les produits chimique (Apivar et Acide oxalique).

1.6.2. Le pouvoir acaricide après un mois d’exposition au traitement de l’huile essentielle de l’*Ail*

Selon la figure 41, montre que l’huile essentielle de l’*Ail* à un effet toxique sur le *Varroa jacobsoni*, mais le meilleur résultat est obtenu surtout pour les ruches R5/D1, R6/D1, R11/D3 avec un taux de mortalité de 56.38% ; 49.97% et 52.7% respectivement, Le traitement chimique effectué par l’acide oxalique et l’apivar a donné des résultats meilleurs que ceux des plantes utilisées.(taux de mortalité de R18/AP : 93.96% et R13/AO : 60.58%).(Tableau 23, Annexe 04)

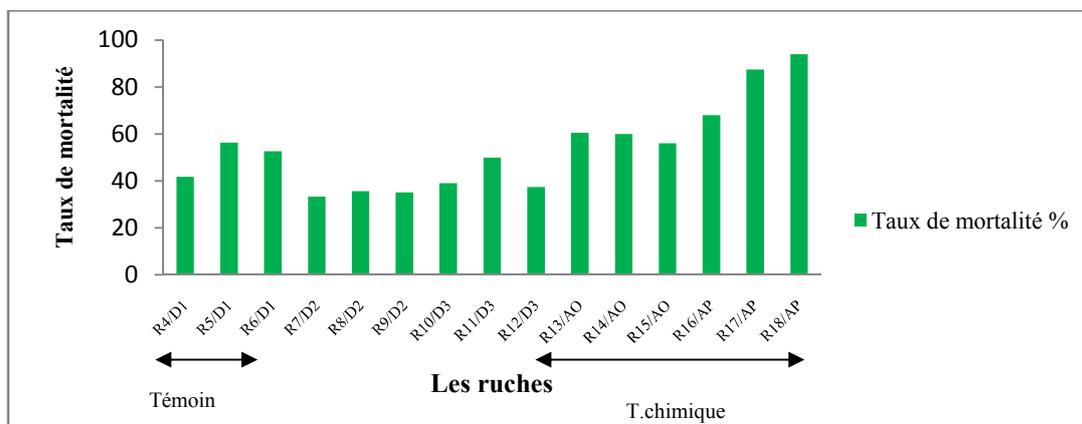


Figure 41: Evaluation de taux de mortalité des ruches traitées avec l'huile essentielle de l'*Ail* et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).

1.6.2* Evaluation du taux de mortalité des lots traités avec l'huile essentielle de l'*Ail* et les produits chimique (Apivar et acide oxalique)

Selon la figure 42, toutes les concentrations ont montré une activité acaricide, mais la dose D1 présente le taux de mortalité le plus élevé par rapport à D2 et D3.

Comparant au produit chimique, ce dernier a donné un taux de mortalité plus important mais n'est pas très loin de celui de la dose D1. (Tableau 24, Annexe 04)

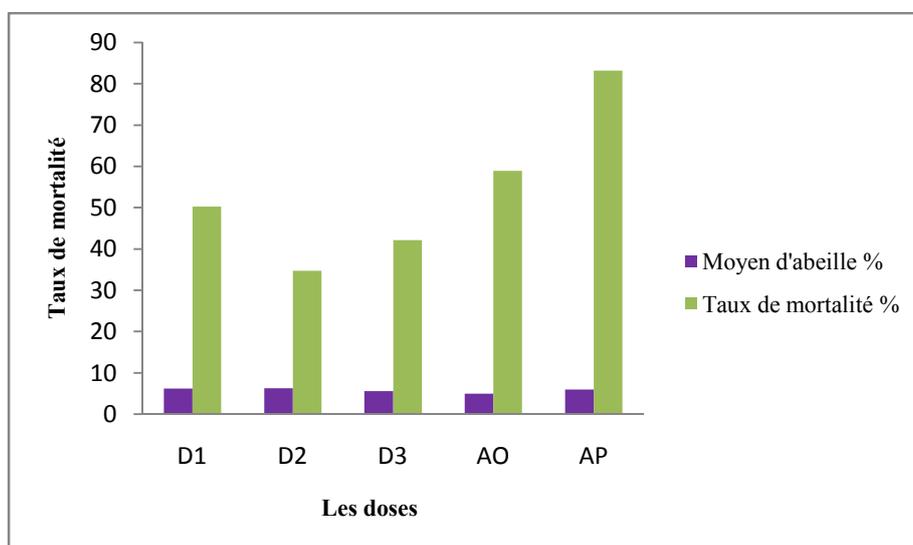


Figure 42: Evaluation de taux de mortalité des lots traités avec l'huile essentielle de l'*Ail* et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).

1.7 Comparaison entre les taux de mortalité de varroa et le pourcentage d'abeille après traitement par l'huile essentielle de deux plantes l'*Eucalyptus* et l'*Ail*

Selon la figure 43, nous remarquons une chute de varroa plus importante après traitement avec l'huile essentielle de deux plantes l'*Eucalyptus* et l'*Ail* pendant toute la période expérimentale. La toxicité de l'huile essentielle de l'*Ail* dépasse légèrement celle de l'huile essentielle de l'*Eucalyptus*, tout en sachant que le taux d'abeille dans les ruches est similaire. (Tableau 25, Annexe 04)

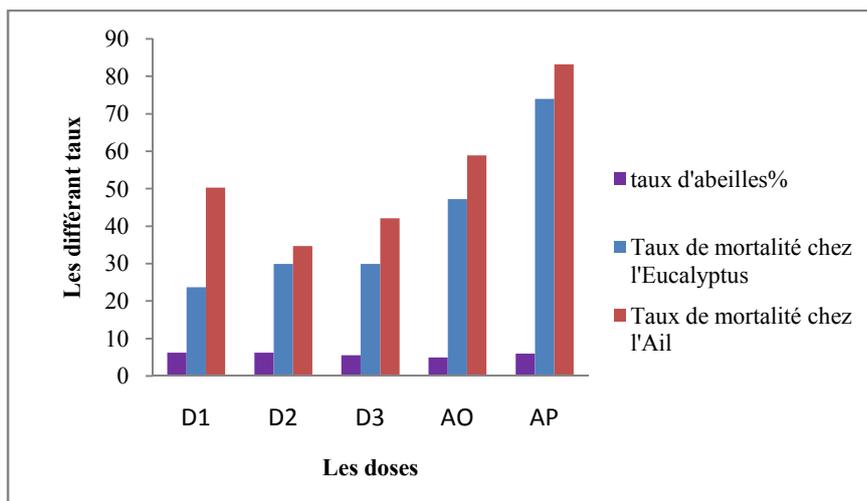


Figure 43 : Comparaison entre les taux de mortalité de varroa par rapport au taux d'abeilles après traitement par l'huile essentielle de deux plantes l'Eucalyptus et l'Ail.

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

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

A. Huile de l'Eucalyptus

L'analyse de la variance montre que, la différence entre l'effet des différents traitements et est très significative ($p=0,009$; $p<5\%$) et entre les périodes de traitements est significative ($p=0,013$, $p<5\%$) sur le nombre de varroa parasitant les ruches d'abeilles (Fig.44, Tab.26 ; Annexe 05).

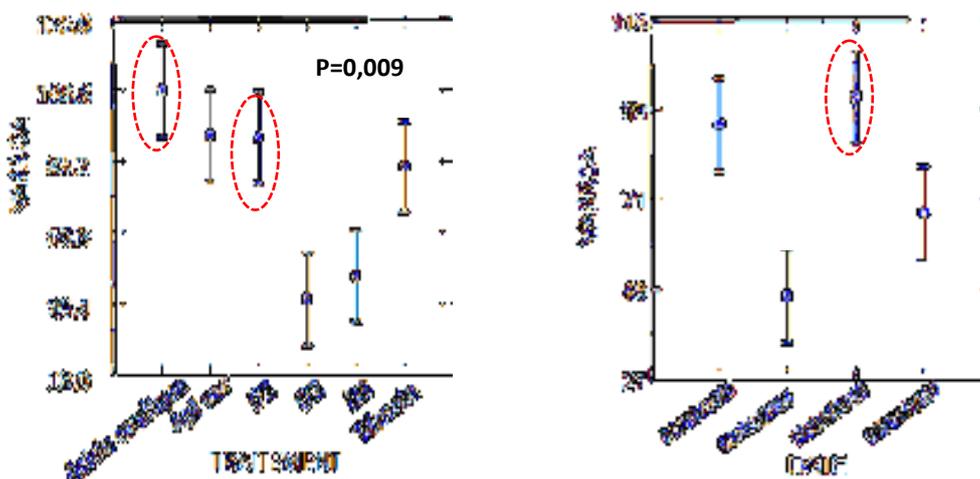


Figure 44 : Analyse de la variance par le test GLM sur la mortalité de varroa après traitement par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus* durant un mois.

B. Huile de l'*Ail*

L'analyse de la variance montre que, le facteur traitement et le facteur de traitement ont un effet hautement significatif ($p=0,000$, $p>5\%$) sur la mortalité de varroa (Fig. 45, Tab.27 ; Annexe 05).

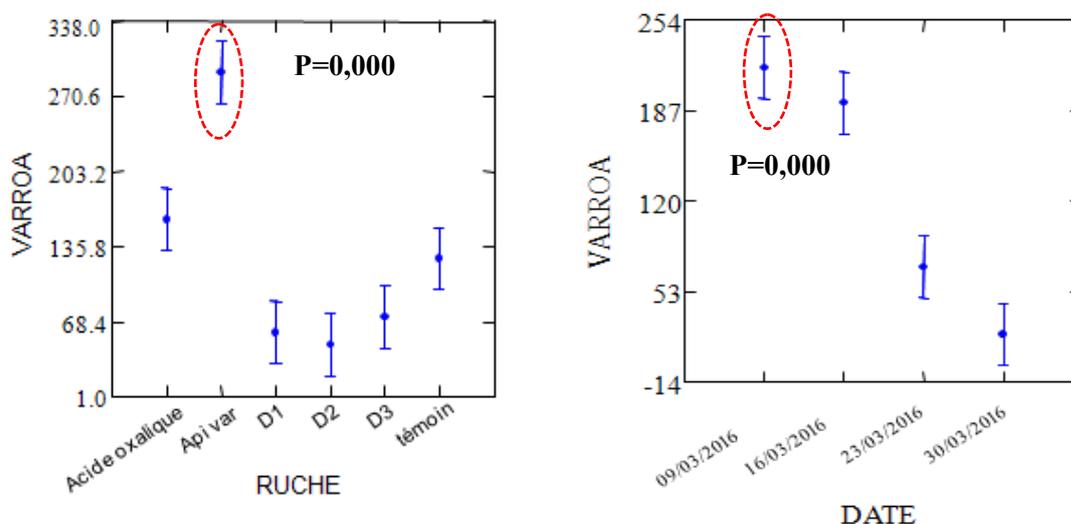


Figure 45 : Analyse de la variance model GLM de mortalité de varroa après traitement par l'huile essentielle de l'*Ail*

C. Comparaison entre les deux plantes

L'analyse de la variance par le test GLM montre que la différence entre la mortalité provoquée par les deux HE des deux plantes est très significative selon la plante ($p=0,002$) et hautement significatif ($p=0,000$) selon la durée de traitement et le type de traitement.

L'ail a montré une efficacité meilleure que l'eucalyptus à la dose D1 (0,25%). Cette efficacité augmente avec la répétition des traitements chaque semaine durant un mois.

Les deux produits chimiques ont montré une efficacité meilleure que nos huiles essentielles, notamment Apivar (Fig.46 et Tab.28 ; Annexe 05). Les témoins ont présentés un taux de mortalité supérieur à celui des lots traités car ces derniers renferment les ruches les plus denses et les plus infestées.

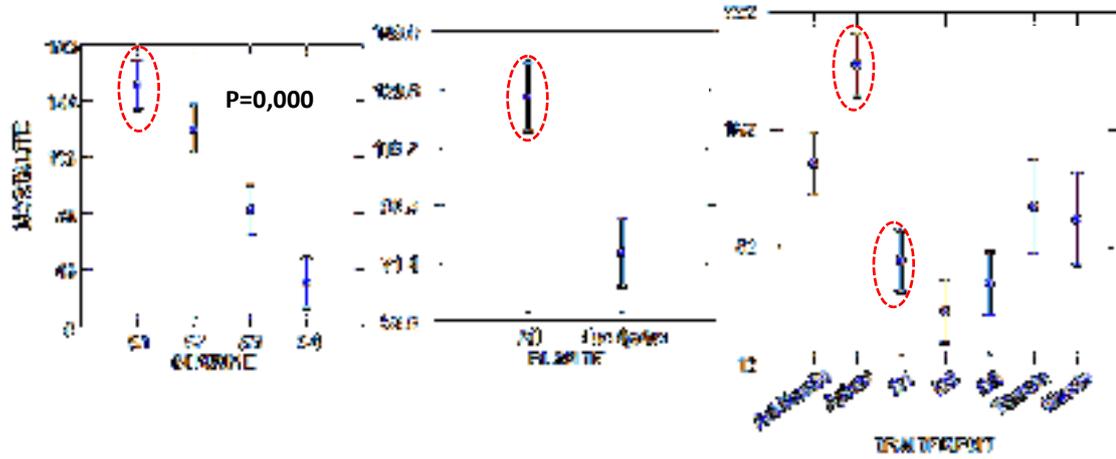


Figure 46: Comparaison entre l'effet des deux huiles essentielles de l'*Eucalyptus* et de l'*Ail* (S : semaine)

2. Discussion

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

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

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

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

Dans notre travail, On a choisies deux plantes *Eucalyptus radiata* et *Allium sativum* L :

- L'huile essentielle extraite de la plante *Eucalyptus radiata*, provenant de laboratoire Centiflor, Usine Australle. Cette huile a été achetée. Le flacon renferme 5ml.
- L'huile essentielle de l'Ail a été extraite à partir des bulbes de la plante *Allium sativum* par la méthode d'hydrodistillation, cette dernière nous a permis de récupérer un rendement en huile essentielle de 0.09%, qui est très faible en comparaison d'une part, avec celui obtenu par Benkeblia (2009) qui a travaillé sur la même espèce dans la région de Mostaganem, ou il a trouvé un rendement de 0.2%, celui obtenu par

Haciseferogullari et al en 2005 est de 0.14%. Le faible rendement obtenu dans ce travail peut être expliqué par l'influence de la région (origine) et les conditions de cultures et climatiques sur la synthèse de l'huile essentielles.

Nos résultats du traitement antiacarien ont révélé une forte activité acaricide des huiles essentielles *Eucalyptus radiata* et *Allium sativum L.* sur le *Varroa jacobsoni* parasite de l'abeille domestique *Apis mellifera*. Cette activité acaricide varie en fonction de la dose et la période d'exposition au traitement.

Après le traitement, nous avons constaté que le taux de mortalité effectué avec l'huile essentielle de l'*Eucalyptus radiata* a donné un meilleur résultat par la dose D2 : 0.5% qui correspond à 29.95%. Ce résultat est inférieur celui de **Harouz (2015)** qui a obtenu 51.20% par l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*.

Par rapport à l'*Allium sativum L.*, nous avons constaté que le taux de mortalité effectué avec l'huile essentielle est de 50.27% par la D1 : 0.25%. Ce résultat est élevé celui de **Benmoussa et al.,(2013)** qui a obtenu 48.7.20% par l'huile essentielle d'*Origanum vulgare*.

Après le traitement par produit chimique, le taux de mortalité effectué avec l'acide oxalique a donné un meilleur résultat durant la période de traitement par l'*ail* qui correspond à 58.88%. Ce résultat est inférieur à celui de **Charrière et al., (1997)** qui a obtenu 97.4%.

Pour l'apivar, nous avons constaté que le taux de mortalité a donné un meilleur résultat durant la période de traitement par l'*ail* qui correspond à 83.36%. Ce résultat est très proche de celui de **Rickli et al., (1991)** qui a obtenu 99%.

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

Dans le présent travail, on s'est intéressé à l'effet acaricide de l'*Eucalyptus radiata* Siebold et l'*Allium sativum* L. afin de les valoriser en lutte biologique.

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

- Au début de l'expérimentation, le taux de mortalité avant traitement était compris entre 10.64% et 1,38% et entre 22.54% et 1,99% pour les ruchers destinés aux traitements par l'huile essentielle d'*Eucalyptus* et de l'*Ail* respectivement. Cette variation est liée au nombre d'abeilles dans le couvain.
- Les traitements effectués ont montré une différence dans l'effet acaricide l'huile essentielle de l'*Allium sativum* L qui a donné un taux de mortalité meilleur 50.27% par la dose D1 :0.25%, par contre celle d'*Eucalyptus radiata* a donné 29.95% par la dose D2 : 0.5%, le traitement chimique effectué par l'acide oxalique (58.88%) et l'apivar (83.36%) a donné un résultat meilleur mais proche de celui de l'ail.
- L'analyse statistique des données prouve que les traitements par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus* ont un effet très significatif ($P=0,009 < 0,05$). Pour celle de l'*ail* est hautement significative ($P=0,000 < 0,05$).

En comparaison entre les deux huiles, la différence de mortalité provoquée est très significative selon la plante ($p=0,002$) et hautement significatif ($p=0,000$) selon l'effet dose et la durée d'exposition au traitement.

Nous concluons que l'efficacité des huiles essentielles est liée à l'espèce végétale, à la dose utilisée et la durée d'exposition.

L'Ail présente un effet meilleur à la dose D1 et après la première semaine de traitement, mais l'effet est moins que celui des produits chimiques acides oxaliques et apivar.

Les témoins ont présentés un taux de mortalité supérieur à celui des lots traités car ces derniers renferment les ruches les plus denses et les plus infestées.

En fin de compte, le traitement a base d'huile essentielle de l'ail s'est révélé efficace dans nos condition d'expérimentation, et sans effet néfaste sur le développement des colonies et mérite d'être proposer comme un bio-acaricide contre la varroase, un traitement naturel et simple, sans inconvénients d'une part et d'autre part d'être suivi avec d'autre travaux de recherche (augmentation de la dose de traitement plus de 0.75 % et moins de 1%) et un sur très grand nombre de ruches.

Liste des Abréviations

- % : Pourcentage.
- °C : Degré Celsius.
- **A**: Nombre des varroas morts après un mois.
- **A.F.S.S.A**: Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.
- **A.R.L.A.S.C** : Agence de Réglementation de Lutte Antiparasitaire de la Santé Canadienne.
- **B**: Mortalité moyenne du varroa par jour.
- **C** : Population des varroas estimés.
- **C.T.C.A.R**: Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale.
- **Cpt** : Comptage.
- **D.D.L** : Degré De Liberté.
- **DWV** : Deformed Wing Virus
- **F.A.O** : Feed Agriculture Organisation.
- **F.A.Q** : Fédération des Apiculteurs de Québec.
- **g**: gramme.
- **I.T.L.V** : Institut Technique d'Elevage.
- **I.A.P.V** : le virus israélien de la paralysie aigue.
- **J** : Jour.
- **Kg** : Kilogramme.
- **M/S** : Mètre par Seconde.
- **Mg** : Milligramme.
- **Min** : Minute.
- **MI** : Millimètre.
- **Mm** : Millimètre.
- **Nbr** : Nombre.
- **P** : Population des abeilles estimées
- **T°** : Température.
- **X** : La moyenne.
- **σ** : L'écart type.

Matériel de laboratoire :

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

1. **AFNOR., 1992** : Recueil des normes françaises sur les huiles essentielles. Paris.
2. **AFSSAP ; 2008** : «recommandation relative aux critère de qualité des huiles essentielles » 11 P.
3. **FAO (2010)** : La *production* mondiale a atteint 1 496 000 tonnes en 2008, selon la *FAO*
4. **Abed T., Duccos J., 1993** : Détermination de la DL50 de l'amitraz et de coumaphos sur le *Varroa jacobsoni* Oud au moyen acaricide anti varroa ; revue Apidologie. Vol.24 ; n°2. PP121-128.
5. **Adam F., 1964** : A la recherche des meilleurs lignées d'abeille » article de journal La Belgique Apicole n°28.PP287-292. In <http://www.pedigreeapis.org>
6. **Alexandre H., Duval., 1995** : La varroase des Abeilles, University des Macdonald campus, Agro Bio 370.08, canada.
7. **Auger J and Thibout E., 2002** : Induced response of the leek to attacks of the leek moth. Consequences on host foraging behaviour of the parasitoid, *Diadromus pulchellus*. 8th European Workshop on Insect Parasitoid. Tours, France
8. **Arcaro D., 2011** : Le monde d'abeille, article d'un journal français science et environnement 29 P. in <http://www.scuole.vda.it>
9. **A. Regard, Dr Douhet, L.Adam., 1977** : l'abeille de A à Z :Embryologie - anatomie : 32 blanche 2 ème Edition 1977 p :30.
10. **A. Regard, 1981** : Apiculture et intensive en rucher sédentaire. Ed: j.-b. baillière 24, 129p.
11. **Baker D., 1984**: The nymphale stage and mal of varroa jacobsoni oudeman parasite of honey bee; revue vol 10 n°02.PP 75-80. in <http://cat.inist.fr>
12. **Belaïd M. et Boumdji S., 2009** : Effet du varroa destructor sur la morpholométrie alaire et sur la composition de système immunitaire de l'abeille ouvrière *Apis mellifera intermissa* ; Résumé ; Labanaise science journal vol 11 n°01 ; 84 P. in <http://www.cnrs.edu.lb>
13. **Beldjoudi Salah et Benaldjia Mohamed., 2006** : Situation de l'apiculture en Algérie Enquête sur le profil de l'apiculteur. Mem. Docteur vétérinaire E.N.V. Alger; 45p

- 14. Benbouali M., 2006** : Valorisation des extraits des plantes aromatique et médicinale de *Mentha rotundifolia* et *Thymus vulgaris*; Mémoire de magister en génie des procédés, option : Génie chimique ; 01 P.
- 15. Benmoussa k. 2007** : Effet de traitement par fumogation de thym (*thymus vulgaris*) sur le varroa destructor agent de la varroase des abeilles. Edition, Laboratoire de biologie végétale, Université de khemis Miliana, Route de Theniet El had, Algérie.
- 16. Berenice dethier., 2009-2010** : Contribution à l'étude de la synthèse de l'alliine de l'ail. Travail de fin d'études présente en vue de l'obtention du diplôme de master bioingénieur en chimie et bio-industries. Université de liège.France.
- 17. Berkani ML., 2007** : Etude des paramètres de développement de l'apiculture Algérienne. Thèse de doctorat d'état. INA El-Harrach Alger. 233P
- 18. Berkani M.E., 1985** : comparaison de deux type de ruches Dadant et Langstroth dans le littoral algérois .Thèse Magister INA El Harrach 141 p .
- 19. Bouguera A., Boukallel A., 1995** : influence de varroa sur les caractères biométriques de l'abeille; INA El Harrache –Aleger ; thèse 90 p.
- 20. Bozzinie A., 1979** : La pollinisation par les insectes et la production agricole.Pp. 47-68.
- 21. Bruneau É., 2008** : "153 milliards d'Euros." Ed. Abeille et Cie 5 (126), 27P.
- 22. Bruneton Jean., 1999** : «pharmacognosie,Phytothérapie,plantes médicinales.Paris :Tec 08p»,Cachan : EM inter, 1120p.
- 23. Cecchini.T., 2004** : Encyclopédie des plantes médicinales vecchi S.a, paris.p36-37
- 24. Charrière J.D. et Imdorf A., 1998** : Méthode de lutte alternative contre Varroa. Brochure FAM 1-8
- 25. Choquet, J. (1992)** : L'apiculture simplifiée, Maison Rustique.
- 26. Clément H., 2006** : L'abeille sentinelle l'environnement; article n° 2 – Abeille
- 27. Sentinelle** ; 06 P. In <http://www.abeillesentinelle.net>
- 28. Colin M E., Goodman R., 2001** : Varroa; 04 P.
- 29. Colin M.E., 1982** : La varroase Rev.sci.tech.off.int.Epiz., 1982,1(4),1177-1189.
- 30. Colin M E., Ducis J. de Lahitte, Larribau E., Boué T., 1989** : Activité des huiles essentielles des Labiées sur *Ascropheara apis* et traitement d'un ruche ; INRA - Zoologie et Apidologi; P225. In <http://ressources.ciheam.org>

31. Colin ME., Richard D., Fourcassié V., Belzunces LP., 1990: Attraction of *Varroa jacobsoni*, parasite of *Apis mellifera* by electric charges. *J. Insect Physiol* ; 38, 111-117.
32. COLIN M.E et MEDORI P., 1982 : les abeilles. Comment les choisir et les protéger de leurs ennemis. Achevé d'imprimer en septembre 1982 sur les presses de Jacques Enfer Paris, p5.
33. Daif Nadia., 1993:«L'ail, *Allium sativum* L. (liliacées) de la tradition à ses progressions en thérapeutiques modernes» Th.pharm : Nancy 1,12-104p.
34. Degryse A C., Delpla I., Voinier M A., 2008 : Risque et bénéfices possibles des huiles essentielles ; thèse d'ingénieur du Génie sanitaire 01 P. in <http://fulltext.bdsp.ehesp.fr>
35. Delaveau Pierre.,1982 : «*Allium sativum* L. (liliacées) Actuel.Pharm»,184-67p
36. Douhet et al, 1977 : l'abeille de A à Z. embryologie, anatomie 88p.
37. Duraffourd C., Lapraz J.C et Valnet J., 1982 : ABC de phytothérapie dans les maladies infectieuses-Ed Michel Grancher. France 111-157.
38. Tournier E., 2007 : le peuplier des abeilles. Hubert Reeves. Rustica éd.,2007, 4,5,6, 223p
39. Faucon, J P(1992) : Précis de pathologie, connaître et traiter les maladies des abeilles. Edition CNEVA 183 pp.
40. FAQ; 2009 : Fédération des Apiculteurs du Québec. In www.apiculteurs_du_Qubec.com.
41. Fernandez et Coineau, 2002. *Varroa*, Tueur d'abeilles, bien le connaître pour mieux le combattre Anglet : Atlantica, 237p.
42. Jasse P., 1994. L'abeille et la santé de l'Homme, Article de journal Belgique apicole ; 115P.in <http://www.beesfordevelopment.org>
43. Jean Louveaux., 1985. Les abeilles et leur élevage. Ed. OPIDA, 13 -25 29 43 45, 226p
44. Jean-Prost Paul, Medori Paul et le Conte Yyve., 2005 : Apiculture. connaître l'abeille-conduire le rucher 7^e édition Paris, p20-21
45. Joligar R., 1996 : L'abeille; éd 01 ; 3 P.
46. Jorek.N., 1983 : Epices et plantes aromatiques, Hatier,Paris.P58.
47. Harun Y., 2007 : Le miracle de l'abeille ; Livre 01 P. in <http://harunyahya.fr>.
48. Hanley A., Duval J., 1995 : La varroase des abeilles. Projet pour l'agriculture écologique. In <http://www.eap.mcgill.ca/agrobio/ab370-08>

- 49. Harouz C, Zakai H, Cherifi A., 2015:** Etude de l'efficacité acaricide de deux plantes : le romarin et l'armoise sur *varroa destructor* parasite de l'abeille locale, Editeur : Université de Bouira ; www.Univ-bouira.dz. Date de publication 20.mar.2015
- 50. Houle E., 2004 :** Les méthodes physiques en lutte intégrées contre la varroase ; journée de champêtre en apiculture ; 04-09 P. in <http://www.agrireseau.qc.ca>
- 51. Hussein MH., 2001 :** L'apiculture en Afrique (les pays de nord, de l'est, du nord et de l'ouest du continent). Plant protection Dept. Faculty of Agriculture, Assiut, Egypte. A.Piacta. 1,P : 34-48.
- 52. Imdorf A., Ruoff K., Fluri P., 2010:** Développement des colonies chez abeille mellifera ; Revue ALP forum n° 68 ; 23 P. In <http://www.agroscope.admin.ch>
- 53. Garnier Gabriel, Bezanger-beauquesne Lucienne, Debraux Germaine., 2009 :** « Ressources médicinales de la flore française 1 » Paris : vigot, 1961-1511p.
- 54. Garnier., 1961 :** « Rôle de laboratoire dans l'antibiothérapie », Encycl.Med.Chir-Paris ,08p.
- 55. Girre Loïc., 1980 :** « Connaitre les plantes médicinales, Rennes : Ouest France » -333p.
- 56. Guillot L., 2009 :** Les abeilles piquées au vif; 05 P.
- 57. Grobov O. F., 1979 :** « la variabilité géographique des dimensions du scutum dorsal des femelle de *V.jacobsoni* oudmant ». 27th Int. Apic.congr. Athènes Apimondia, pp 381-382.
- 58. Karl Pfefferle.,1984 :** l'apiculture avec la ruche à hausses multiplies et la varroase ;6^e édition revue et amplifiée, traduit en français par J.MOSBEUX,p140.
- 59. Kralj J., Fuchs.S., 2006:** Parasitic *Varroa destructor* mites influence flight duration and homing ability of infested *Apis mellifera* foragers. Apidologie, 37, 5, 577–587.
- 60. Kruas et al., 1998 :** La température à l'intérieur du nid de couvain influence fortement la croissance, Thèse Ing. Agron. ITA Mostaganem.
- 61. Lasram M., 1975:** Note sur les abeilles et la pollinisation.2^eme Ed. Paris. 135.
- 62. Leconte .Y, et Arnold G, 1991 :** Pathologie : la varroase. Bull.tech.Apic. 1425p.
- 63. Lekhal M., 2011 :** Baisse de la production nationale de miel en 2012, article de journal d'El Moudjahide. In www.ElMoudjahide.com

- 64. Liebig G., 2001:** How many Varroa mites can be tolerated by a honey. Colony; Apidologie 32, 482-484 Limoge. 142 pp
- 65. Mackowiak Claire., 2009 :** Le déclin de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France. Thèse pour obtenir le diplôme l'état de docteur en pharmacie, universités Henri Poincaré - Nancy 1, Faculté de Pharmacie, France.
- 66. Martin, S.J. (2004):** Acaricid (pyrethroid) resistance in *Varroa destructor*. Bee World 4, (85), 67-69.
- 67. Mazoyer.M., 2002:** Larousse agricole, 4ème édition , Paris.p30.
- 68. MEMMOTT J., 1999:** The structure of a plant-pollinator food web. Ed. Ecology Letters 2. 280p.
- 69. Naquet N V., 2008 :** Le blog vétérinaire consacré à l'apiculture et la pathologie apicole ; PP 534-539.
- 70. Odile M., 2009 :** Evaluation de l'exposition au risque chimique lors de la lutte contre le varroa en apiculture ; Thèse de medecin agricole; PP12-13. In <http://www.inma.fr>
- 71. Olesen J., Bascompte J., Dupont Y Et Jordano P., 2007:** The modularity of pollination networks.Ed. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 104p.
- 72. Ouyahia M., 2003 :** Miel d'abeille; article de journal de Soir, in www.djazairess.com
- 73. Pibiri M C, 2006 :** Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huile essentielle; Thèse d'ingénieure en chimie ; 11 P. in <http://biblion.epfl.ch>.
- 74. Racal R., 2012 :** Le varroa menace. Journal quotidien d'information et d'actualité, P16
- 75. Ravazzi G., 2007.** Abeille et apiculture. Nouvelle édition-Editions de Vecchi S.A.-Paris, 15-24 140 151
- 76. RICHTER. G., 1993 :** Métabolismes des végétales physiologies et biochimie. Edit. Tec and Doc, Paris. 526pages.
- 77. Rosenkranz P. et al., 2006:** Population dynamies of. Honey beee colonies and verroa tolerance : acomparaison between Uruguay and Germany. In proceedings 7th Encontro sodre Abelhas, Brazil.

- 78. Padma S Vankar. (2004):** Essential Oils and Fragrances from Natural Sources. P31-34.
- 79. Pierre Jean-Prost., 2005 :** Apiculture : connaître l'abeille - conduire le rucher ; 7^{ème} Ed : Tec & doc; pp : 43-69; 217-241, 683P.
- 80. Rémy Vandame, 1996 :** Importance de l'hybridation de l'hôte dans la tolérance à un parasite. Cas de l'acararien parasite *Varroa jacobsoni* chez les races d'abeilles *Apis mellifera* européenne et africanisée, en climat tropical humide du Mexique. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard - Lyon 1. 114p.
- 81. Robaux P., 1986 :** Varroa et la Varroase ; éd : oppida; 282 P.
- 82. Robaux P., 1986 :** La lutte contre varroa jacobsoni, son avenir ; Abeille de France ; 711. PP : 543-544.
- 83. SALLE. J L., 1991 :** Les huiles essentielles synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie. Edit. Frison-Roche, Paris. 167pages
- 84. Sanford, 2001:** Introduction, spread and economic impact of Varroa mite in North America. In: Mites of Honey Bee. Hamilton, Illinois: Dadant & Sons. pp.149-162
- 85. Sébastien, Lucien, Paul Wendling, 2012 :** *Varroa Destructor* (Anderson et Trueman, 2000), un acararien ectoparasite de l'abeille domestique *Apis mellifera* linnaeus, 1758. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort ;thèse 190p .
- 86. Semen E., Hiziroglu S. (2005):** Production, Yield and Derivatives of Volatile Oils from Eastern Redcedar(*Juniperus Virginiana* L.) . American Journal of Environmental Sciences; 1 (2): 133-138.
- 87. Simoneau A., 1990 :** Varroase ; Fédération du Québec; vol 22, n°02 ; 02 P.in <http://www.agrireseau.qc.ca>
- 88. Sousa EMBD., Chiavone –Filho O., Moreno MT., Silva DN., Marques M.O.M.,Meireles MAA. (2002):** Experimental Results for extraction of essential oil from *Lippia sidoides* cham. Using pressurised carbon dioxide. Brazilian Journal of Chemical Engineering; 19(02): 229-241.
- 89. Willem J.P., 2004. :** Les huiles essentielles, médecine d'avenir. P 318.
- 90. Winston M.L., 1993 :** La biologie de l'abeille. traduit de l'anglais par g. lambermont. Edition frison roche, Paris.
- 91. Winston M., 1993 :** La biologie de l'abeille. Ed. Frison-Roche/Nauwelaerts. 276p.

- 92. 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

Evaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile d'*Eucalyptus***Tableau 07 :** Traitement à la concentration 0.25% (Lot n° 2/D1)

	le 18/01/2016	le 25/01/2016	le 01/02/2016	le 08/02/2016
R4/D1	138	70	50	28
R5/D1	150	62	38	18
R6/D1	160	155	117	84

Tableau 08: Traitement à la concentration 0.5% (Lot n° 3/D2)

	le 18/01/2016	le 25/01/2016	le 01/02/2016	le 08/02/2016
R7/D2	42	50	30	7
R8/D2	20	60	73	26
R9/D2	25	40	20	7

Tableau 09 : Traitement à la concentration 1% (Lot n° 4/D3)

	le 18/01/2016	le 25/01/2016	le 01/02/2016	le 08/02/2016
R10/D3	17	40	85	30
R11/D3	30	14	40	19
R12/D3	20	45	130	100

Tableau 10: L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO).

	le 18/01/2016	le 25/01/2016	le 01/02/2016	le 08/02/2016
R13/AO	50	50	140	70
R14/AO	140	105	160	103
R15/AO	160	55	130	78

Tableau 11 : L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Api var (lot n°6/AP)

	le 18/01/2016	le 25/01/2016	le 01/02/2016	le 08/02/2016
R16/AP	312	102	37	28
R17/AP	140	82	73	25
R18/AP	160	58	47	13

Tableau 12 : Témoin (lot n°1/TM)

	le 18/01/2016	le 25/01/2016	le 01/02/2016	le 08/02/2016
R1/T1	46	155	161	52
R2/T2	74	36	110	84
R3/T3	51	22	113	60

Tableau 13 : Comparaison entre les lots

	le 18/01/2016	le 25/01/2016	le 01/02/2016	le 08/02/2016
Lot1/T1	171	213	384	196
Lot2/D1	448	287	205	130
Lot3/D2	87	150	123	40
Lot4/D3	67	99	255	149
Lot5/AO	350	210	430	251
Lot6/AP	612	242	157	66

L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches traitées par l'huile de l'*Ail***Tableau 11 :** Traitement à la concentration 0.25% (Lot n°2/D1)

	le 09/03/2016	le 16/03/2016	le 23/03/2016	le 30/03/2016
R4/D1	80	98	95	19
R5/D1	78	55	40	2
R6/D1	115	58	59	8

Tableau 12 : Traitement à la concentration 0.25% (Lot n°3/D2)

	le 09/03/2016	le 16/03/2016	le 23/03/2016	le 30/03/2016
R7/D2	63	60	65	9
R8/D2	69	51	55	2
R9/D2	60	29	76	31

Tableau 13 : Traitement à la concentration 1% (Lot n°4/D3)

	le 09/03/2016	le 16/03/2016	le 23/03/2016	le 30/03/2016
R10/D3	120	180	93	9
R11/D3	89	76	2	2
R12/D3	107	103	87	8

Tableau 14: L'évaluation de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'acide oxalique (lot n°5/AO).

	le 09/03/2016	le 16/03/2016	le 23/03/2016	le 30/03/2016
R13/AO1	282	304	44	44
R14/AO2	205	308	56	56
R15/AO3	185	300	76	64

Tableau 15: L'évolution de la mortalité de varroas des différentes ruches par l'Api var (lot n°6/AP)

	le 09/03/2016	le 16/03/2016	le 23/03/2016	le 30/03/2016
R16/AP1	642	423	70	22
R17/AP1	660	430	68	23
R18/AP3	654	418	56	41

Tableau 16 : Témoin (lot n°1/T)

	le 09/03/2016	le 16/03/2016	le 23/03/2016	le 30/03/2016
R1/T1	190	205	195	25
R2/T2	200	210	78	20
R3/T3	140	163	69	7

Tableau 17 : Comparaison entre les lots

	le 09/03/2016	le 16/03/2016	le 23/03/2016	le 30/03/2016
Lot1/T	530	578	342	52
Lot 2/D1	273	211	194	29
Lot3/D2	192	140	196	42
Lot4/D3	316	359	182	19
Lot5/AO	672	912	176	164
Lot6/AP	1956	1271	194	86

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

Tableau 18 : Le pouvoir acaricide après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle de l'*Eucalyptus*.

Ruche	Taux de mortalité %	%abeille
R4/D1	13,96	9,25
R5/D1	29,39	3,91
R6/D1	27,7	5,47
R7/D2	34,6	5,47
R8/D2	21,95	7,81
R9/D2	33,3	6,25
R10/D3	34,4	3,91
R11/D3	20,58	7,81
R12/D3	34,56	4,69
R13/AO	48,88	7,81
R14/AO	42,26	3,91
R15/AO	50,52	3,12
R16/AP	73,85	7,81
R17/AP	67,24	6,25
R18/AP	80,74	3,91

Tableau 19 : Evaluation des taux de mortalité dans les lots traités avec l'huile essentielle de l'*Eucalyptus* et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).

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

Tableau 20: Le pouvoir acaricide après un mois d'exposition au traitement de l'huile essentielle de l'*Ail*.

Les Ruche	Taux de mortalité %	%abeille
R4/D1	41,74	9,25
R5/D1	56,38	3,91
R6/D1	52,7	5,47
R7/D2	33,34	5,47
R8/D2	35,64	7,81
R9/D2	35,08	6,25
R10/D3	38,98	3,91
R11/D3	49,96	7,81
R12/D3	37,4	4,69
R13/AO	60,58	7,81
R14/AO	59,97	3,91
R15/AO	56,1	3,12
R16/AP	68,01	7,81
R17/AP	87,52	6,25
R18/AP	93,96	3,91

Tableau 21 : l'évaluation de taux de mortalité des lots traités avec l'huile essentielle de l'*Ail* et les produits chimique (Apivar et acide oxalique).

Les Lots	Taux de mortalité %	Moyen d'abeille %
D1	50,27	6,21
D2	34,7	6,25
D3	42,11	5,56
AO	58,88	4,95
AP	83,16	5,99

Tableau 22 : Comparaison entre les taux de mortalité de varroa et le pourcentage d'abeille après traitement par l'huile essentielle de deux plantes l'*Eucalyptus* et l'*Ail*

Les Lots	Taux de mortalité chez l' <i>Eucalyptus</i>	Taux de mortalité chez l' <i>Ail</i>	taux d'abeilles%
D1	23,68	50,27	6,21
D2	29,95	34,7	6,25
D3	29,91	42,11	5,56
AO	47,22	58,88	4,95
AP	73,94	83,16	5,99

Résultats de l'analyse de la variance par le test GLM de l'influence des huiles essentielles sur la régulation des populations du varroa parasite de l'abeille domestique *Apis mellifera*

Tableau 23 : Huile de l'*Eucalyptus*

Analysis of variance					
Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
TRAITEMENT	38338.458	5	7667.692		3.359
0.009					
DATE	26448.37	3	8816.125		3.862
0.013					
Error	143803.042	63	2282.588		

Tableau 24 : Huile de l'*Ail*

Analysis of variance					
Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
TRAITEMENT	507476.778	5	101495.356		10.829
0.000					
DATE	484835.167	3	161611.722		17.243
0.000					
Error	590487.333	63	9372.815		

Tableau 25 : Comparaison entre les deux plantes

Analysis of Variance						
Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P	
PLANTE	82111.008	1	82111.008	9.765	0.002	
TRAITEMENT	352772.786	6	58795.464	6.992	0.000	
SEMAINE	320252.743	3	106750.914	12.695	0.000	
Error	1118363.624	133	8408.749			