

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université : Saad DAHLEB – Blida 1
Faculté : science de la nature et de la vie
Département : Biotechnologie
Option : Science forestière



Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme en Master Académique

Thème :

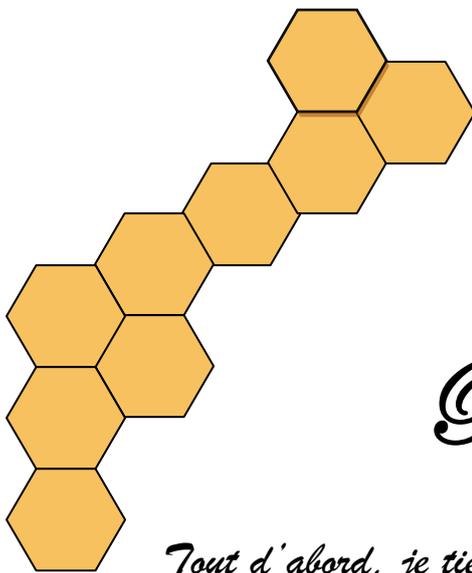
**Huile essentielle de *Ruta montana.L* effet
acaricide contre le *Varroa jacobsoni* ; efficacité
et toxicité**

Présenté par: BOUAOUD LINDA

Soutenu devant l'honorable jury :

D ^r MOUSAOUL.K	MAA	Université Blida1	Président
D ^r KEBOUR .D	MCA	Université Blida1	Promotrice
D ^r SEBTI.S	MCB	Université Blida1	Examinatrice

Année universitaire : 2018/2019



Remerciement

Tout d'abord, je tiens à remercier le bon Dieu le tout Puissant de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail, également je remercie infiniment mes parents et ma sœur, qui m'ont encouragé et aidé à arriver à ce stade de ma formation.

Je tiens à remercier tous ceux et celle qui ont contribué à finaliser ce travail.

*Mes remerciements vont à Professeur **KEBOUR** Djamilia ma promotrice pour m'avoir guidé pour la réalisation de ce projet.*

*Mes remerciements à Monsieur **BENDALI** Abdelaziz et Madame **BRAHMI** d'accepter d'être mes jurés et examiner ce travail.*

*Mes remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, plus particulièrement Madame **BOUTALEB** Afrah, Madame **OUAREK** Salima, **AKKACHE** Lynda et tous l'équipe de **CRD** Saidal gai de Constantine d'avoir m'aider à réaliser l'activité antimicrobienne de huile essentielle.*

*En fin, mes remerciements à Monsieur **BOUTOUNI**, responsable des laboratoires au niveau de département chimie des procédés de m'avoir aidé à préparer les solutions acaricide d'huile essentielle.*

*Mes remerciements à Monsieur **GRIEBI** Youcef responsable de magasin apicole, qui m'avoir aidé à réaliser les traitements au niveau des cheptels apicole.*

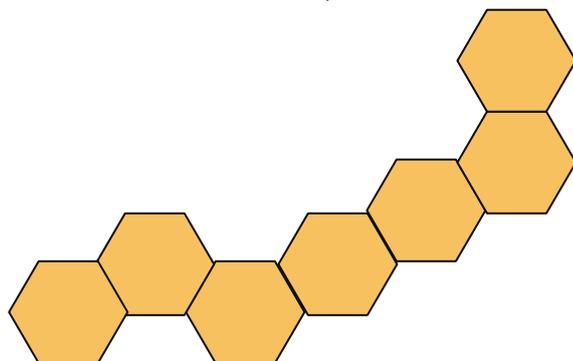


Table des matières

Remerciement	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Introduction	1
Partie I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I : Etude de l'Abeille et le Varroa	
I. Présentation de l'abeille.....	3
I.1.Origine	3
I.1.1. Race tellienne (<i>Apis mellifera intermissa</i>)	3
I.1.2. Race saharienne (<i>Apis mellifera sahariensis</i>).....	4
I.2.Systématique	4
I.3.Physiologie et morphologie de l'abeille.....	4
I.4.Cycle de développement	5
I.5.La structure d'une colonie d'abeille.....	6
I.5.1.Une population d'abeille	6
I.5.2.Couvain	6
I.7.Les produits de la ruche.....	6
I.7.1.Le miel	6
I.7.2.Cire d'abeille	7
I.7.3.Propolis	7

I.7.4.Pollen	7
I.7.5.La gelée royale	8
I.7.6.Le venin d'abeille	8
I.8.Les ravageurs et les maladies d'abeille.....	8
I.8.1.Les fourmis	8
I.8.2.Les coléoptères des ruches.....	8
I.8.3.Les bactéries	9
I.8.3.1. Loque européenne.....	9
I.8.3.2. Loque américaine	9
I.8.4.La varoise	9
I.8.4.1.Position systématique.....	10
I.8.4.2.Cycle de développement	10
I.8.4.3.Lutte contre le Varroa	11
I.8.5.La fausse-teigne	11
I.8.6.Le sphinx à tête de mort (<i>Acherontia atropos</i>).....	12
I.8.7.les guêpes chasseresses	12
I.8.8.Les oiseaux	12
I.8.9.La nosémose	12

Chapitre II : Rue de montagne et les huiles essentielles

II.1.Historique de <i>Ruta montana</i> .L.....	13
II.2.Systématique	13
II.3.L'habitat et répartition géographique de l'espèce en Algérie	14
II.4.Les données phytochimique de la rue.....	14
II.5.Les vertus de <i>Ruta montana</i> .L.....	14
II.5.1.Vertus médicinale et pharmaceutique	14
II.5.2.Vertus en parfumerie	15
II.6.Définition d'huile essentielle	15
II.7.Activité insecticide et mécanisme d'action des huile essentielle.....	15
II.7.1.Acticité insecticide	15

II.8.La composition chimique des huiles essentielles.....	16
II.8.1.Les composés terpéniques	16
II.8.2.Les composés aromatiques	16
II.9.L'action des huiles essentielles sur les bactéries	17
II.10.Différence entre les huiles essentielles et les antibiotiques	17
II.11.La synergie entre les huiles essentielles et les antibiotiques	18
II.12.Domaine d'application des huiles essentielles.....	19
II.12.1.Parfumerie et cosmétique	19
II.12.2.Aromathérapie	19
II.12.3.Pharmacie	19
II.12.4.Désinfection des locaux	19

Partie II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1. Matériels utilisés.....	21
III.2. Méthodes	22
III.2.1. Extraction de l'huile essentielle	22
III.2.2. Formulation de bioproduit.....	22
III.2.2.1. Préparation de la solution mère de tween à 01%	23
III.2.2.2. Préparation des doses d'huile essentielle.....	23
III.2.3. Test de toxicité d'huile essentielle sur les abeilles.....	24
III.2.4. Application d'huile essentielle sur les ruches d'abeille.....	24
III.2.5.Application de produit chimique Apivar.....	25
III.2.6. Suivi des chutes de Varroa.....	26
III.2.7.Estimation de nombre d'abeille dans la colonie.....	26
III.2.8. Estimation de nombre de varroa.....	27
III.2.9. Méthode d'estimation du taux d'infestation d'une colonie	27

III.2.10. Etudes quantitative de l'effet antimicrobien de l'huile essentielle de <i>Ruta montana</i> .L par la méthode de diffusion sur gélose.....	27
III.2.10.1. Principe	28
III.2.10.2. Protocole expérimental	28

Partie III : Resultats et discussion

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1.L'efficacité et la toxicité d'huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i> sur le <i>Varroa jacobsoni</i>	32
IV.1.1.Le rendement d'huile essentielle.....	32
IV.1.2.Aspect physique de huile essentielle	32
VI.1.3. Estimation de taux d'infestation initiale de varroa avant le traitement	32
IV.1.4.L'évaluation de la mortalité de varroas des quatre ruches au cours de la période hivernal.....	34
IV.1.5.L'évaluation temporelle de nombre de <i>Varroa jacobsoni</i> mort au ruche témoin.....	35
IV.1.6.L'évaluation temporelle de nombre de <i>Varroa jacobsoni</i> mort après le traitement par le produit de synthèse Apivar.....	36
IV.1.7.Evolution temporelle de la mortalité de <i>Varroa jacobsoni</i> sous l'effet de 0.15% d'huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i>	37
IV.1.8.Evolution temporelle de la mortalité de <i>Varroa jacobsoni</i> sous l'effet de 0.25% d'huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i>	39
IV.2.Activité biologique d'huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i>	40
IV.2.1-Sensibilité des souches étudiées à l'huile essentielle de la rue des montagnes (<i>Ruta montana L.</i>).....	40
Conclusion générale	46

Annexe

Lexique

Référence bibliographique

Résumé

Le présent travail vise à étudier l'efficacité et la toxicité de l'huile essentielle de *Ruta montana*.L et son action acaricide sur le *Varroa jacobsoni*, ennemi majeur de l'abeille tellienne *Apis mellifera intermissa* et évaluer l'activité biologique sur quatre espèces de bactérie et une levure.

La plante provient de la région montagneuse de Chrea (Blida)

Notre protocole expérimentale à retenu 04 ruches dont une ruche témoin sans aucun traitement, autre ruche traiter au Apivar et les deux autre sont respectivement traiter à des dose de 0.15 % et 0.25% de huile essentielle de *Ruta montana*.L , avec un intervalle de temps de 07 jours.

La technique utilisée dans l'application de bio acaricide consiste à compter sur l'ange graissés les chutes de varroa après chaque traitement.

Les résultats montrent une efficacité semblable à celui de l'Apivar dans la dose de 0.15%, par contre l'application de traitement à 0.25% a donné un résultat nulle.

D'autre part : Les résultats relatifs à l'étude de l'activité antimicrobienne sur *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Echerichia coli* et une levure *Candida albicans* ont montré une moyenne activité antimicrobienne de cette plante contre trois souches microbiennes (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*).

Mots clés : *Apis mellifera intermissa* , Huile essentielle, Lutte biologique, *Ruta montana*.L, *Varroa jacobsoni*.

Abstract

The present work aims to study the efficacy and toxicity of essential oils of *Ruta montana.L* with acaricide action on the *Varroa jacobsoni* major enemy for the honey bee *Apis mellifera intermissa* and evaluate the biological activity of four species of bacteria and yeast.

The plant comes from the mountainous region of Chrea (Blida)

Our experimental protocol retained 04 hives including a negative hive control without any treatment, one hive as a positive control treated with Apivar and the other two are respectively treated at doses of 0.15% and 0.25% of *Ruta montana.L* essential oil, with a time interval of 07 days .

The technique used in the application of bio acaricide is to rely on greased

The results show a comparable efficacy to that of the Apivar in the dose of 0.15%, and no efficiency in the application of 0.25% of treatment.

On the other hand: The results relating to the study of the antimicrobial activity on *Staphylococcus aureus* and *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* and yeast *Candida albicans* have shown an average antimicrobial activity of this plant against three microbial strains (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*).

Key words : *Apis mellifera intermissa*, Biological control, Essential oil, *Ruta montana.L*, *Varroa jacobsoni*.

الملخص

يهدف هذا العمل لدراسة فعالية ودرجة سمية الزيت الأساسي المستخلص من نبتة السذاب الجبلي لاستعماله كمبيد ضد مرض الفاروا المدمر لمستعمرات النحل التلي، وتقييم نشاطه المضاد للبكتيريا و الفطريات.

مصدر النبتة المستعملة هو المنطقة الجبلية للبليدة (الشريعة)

لانجاز هذا العمل قمنا بتخصيص اربع خلايا من النحل (خلية شاهدة ، خلية للمعالجة بدواء ابيفار، وخليتين للعلاج بجرعات 0.15% و 0.25% من الزيت الاساسي لنبتة السذاب الجبلي على التوالي في فاصل زمني قدره 07 ايام .

التقنية المستعملة هدفها حساب عدد أفراد الفاروا الميتة على سطح الصفيحة المعدنية المدهونة بمادة زيتية تساعد على التصاق الفاروا الميتة .

أظهرت النتائج أن فعالية الزيت مشابهة لفعالية المبيد الكيميائي وذلك عند الجرعة 0.15% .

أما الجرعة 0.25% فقد أظهرت نتائج منعدمة.

من جهة أخرى أظهرت النتائج المخبرية على المكورات العنقودية الذهبية والعصية الرقيقة ، الزائفة الزنجارية و الإشريكية القولونية وفطر المبيضة البيضاء أن النشاط المضاد للميكروبات متوسط لهذه النبتة ضد ثلاث سلالات ميكروبية (العصوية الرقيقة ، المكورات العنقودية الذهبية ، الإشريكية القولونية) .

الكلمات المفتاحية :

زيت اساسي، السذاب الجبلي (*Ruta montana.L*)، الفاروا (*Varroa jacobsoni*)، مكافحة بيولوجية، نحل العسل

(*Apis mellifera intermissa*) .

Lexique

Ecotype : parfois appelé sous-espèce, est une variété, un individu ou population (morphe) génétiquement distincte, d'une espèce donnée qui présente des caractéristiques adaptées à des habitats différents.

Biotope : Milieu biologique présentant des conditions de vie homogènes.

Variété : la variété (du latin *varietas*, « qui diverge ») est un rang taxinomique de niveau inférieur au rang d'espèce (« infraspécifique »).

Huile essentielle : Une huile essentielle est un liquide concentré en substances végétales, obtenu par extraction ou distillation de molécules volatiles de la plante d'origine.

Mandibules : Les mandibules sont des pièces buccales de certains arthropodes.

Holométabole : Se dit d'un insecte dont le cycle évolutif comporte une métamorphose complète (opposé à *hétérométabole*).

Métamorphose : la métamorphose est une période de la vie d'un animal qui correspond au passage d'une forme larvaire à une forme juvénile ou adulte.

Ocelles : œil simple de certain insecte

Hyménoptère : ordre de l'insecte qui possède quatre ailes membraneuses, comme les abeilles

Vol nuptial : vol d'accouplement entre la reine et les males d'abeille

Nettoyeuse : abeille ouvrière dans ses premiers quatre jours de sa vie occupe le nettoyage et l'entretien de la ruche

Essaimage : pour l'abeille c'est de quitter la ruche en essaim pour former une autre colonie

Nourrices : abeille ouvrière de l'âge 5 à 11 jour nourrit les larves et gave de gelée royale les larves des cellules royales

Cirière : abeille ouvrière de 14ème au 17ème jour de sa vie, bâtit les rayons, ainsi ses glandes à cire de son abdomen s'étant développées

Butineuses : abeille ouvrière de l'âge jour et jusqu'à sa mort, récolte le nectar, pollen et apporte la nourriture à la ruche

Lépidoptère : ordre insectes possédant en général mi à l'état adulte, une trompe en spirale et paires d'ailes ouvertes d'écailles

Bactérie sporulée : bactérie capable de former des spores

Arthropodes : animaux invertébrés possédant un squelette externe et des appendices articulés comme les crustacés, les insectes ou les araignées

Chélicérates : groupe d'arthropodes caractérisés par un paire d'appendices proches de la bouche

Spoliatrice : qui dépouille qui vole par la force, pour l'action l'hémolymphe d'abeille

Nymphe : stade de la métamorphose des insectes qui suit l'état larvaire

Arachnides : arthropodes dotés de quatre paires de pattes, formant une classe qui regroupe notamment les araignées et les scorpions

Tween : les tweens sont des esters ou encore des détergents utilisés le plus souvent comme agents tensioactifs non ioniques en chimie et biologie les plus connus sont Le Tween (20, 60,80).

Liste des figures

Figure n 1. Anatomie de l'abeille.....	5
Figure n 2. Cycle de developpement de differante caste d'abeille.....	5
Figure n 3. <i>Varroa jacobsoni</i>	10
Figure n 4. Synchronisation du cycle de développement du varroa avec celle de l'abeille....	11
Figure n 5. <i>Ruta montana</i> .L	13
Figure n 6. Action des huiles essentielles et de leurs constituants sur la cellule bactérienne..	17
Figure n 7. Cheptel apicole	21
Figure n 8. Matériels de laboratoire utilisés.....	22
Figure n 9. Solution tween à 1%.....	23
Figure n 10. Préparation des doses d'huile essentielle.....	24
Figure n 11. Plaque métallique graissées avec des bandes de papier buvard.....	25
Figure n 12. Mise en place de procédé de pose des langes.....	25
Figure n 13. Disposition des 03 lanières d'Apivar dans la ruche.....	26
Figure n 14. Individus de Varroa mort après le traitement.....	26
Figure n 15. Illustration de la méthode d'aromatogramme sur boite de pétri.....	28
Figure n 16. Différence entre le taux d'infestation dans les quatre ruches.....	33
Figure n 17. Evolution temporelle de la mortalité de <i>Varroa jacobsoni</i> au ruche Temoin.....	35
Figure n 18. Evaluation temporelle de nombre de <i>Varroa jacobsoni</i> mort à la ruche traitée par l'Apivar.....	36
Figure n 19. Evolution temporelle de la mortalité de <i>Varroa jacobsoni</i> sous l'effet de 0.15% d'huile essentielle de <i>Ruta Montana</i> .L.....	37

Figure n 20. Comparaison entre l'effet de Bioproduit à faible dose (0.15 %) par rapport à celle de l'Apivar et le témoin.....	38
Figure n 21. Evolution temporelle de la mortalité de <i>Varroa jacobsoni</i> sous l'effet de 0.25% d'huile essentielle de <i>Ruta montana.L.</i>	
Figure n 22. Comparaison entre l'effet de Bioproduit à faible dose (0.25 %) par rapport à celle de l'Apivar et le témoin.....	40
Figure n 23. Sensibilité de <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> et <i>Escherichia coli</i> au Huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i>	41
Figure n 24. Zone d'inhibition de huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i> de la bacterie <i>Bacillus subtilis</i>	41
Figure n 25. Zone d'inhibition de huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i> de la bacterie <i>Staphylococcus aureus</i>	41
Figure n 26. Zone d'inhibition de huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i> de la bacterie <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	42
Figure n 27. Zone d'inhibition de huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i> de la bacterie <i>Escherichia coli</i>	42
Figure n 28. Zone d'inhibition d'huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i> de levure <i>Candida albicans</i>	42
Figure n 29. Comparaison entre l'activité biologique de huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i> et l'antibiotique sur les bactéries de Gram+ et Gram-	43
Figure n 30. Comparaison entre l'activité biologique de huile essentielle de <i>Ruta montana</i> et l'antibiotique sur <i>Candida albicans</i>	44

Liste des Abréviations

- **A**: Nombre des varroas morts après un mois.
- **CRD Soidal** : Centre de Recherche et de Développement Soidal.
- **B**: Mortalité moyenne du varroa par jour.
- **C** : Population des varroas estimés.
- **Cpt** : Comptage.
- **FNOSAD** : Fédération Nationale des Organisations Sanitaires Apicoles Départementales
- **J** : Jour.
- **MH** : Milieu Mueller Hinton.
- **SAB** : Sabouraud.
- **N^{br}** : Nombre.
- **P** : Population des abeilles estimées
- **X** : La moyenne.
- **σ** : L'écart type.

Liste des Tableaux

Tableau n 1. Différences existant entre les huiles essentielles et les antibiotiques.....	18
Tableau n 2. Echelle d'estimation des diamètres des zones d'inhibitions de la croissance microbienne.....	30
Tableau n 3. Aspects physiques d'huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i>	32
Tableau n 4. Taux d'infestation initiale de varroa avant le traitement dans les ruches R1, R2, R3, R4.....	33
Tableau n 5. Evaluation de la mortalité de varroas des ruches R1, R2, R3, R4 au cours du période hivernal.....	34
Tableau n 6. Diamètre de la zone d'inhibition d'huile essentielle de <i>Ruta montana.L</i> de quatre souches bactériennes et une levure.....	43

I. Présentation de l'abeille

I.1. Origine

L'abeille moderne (Apidés : Apini) sont toutes classées dans un seul gène APIS, qui comprend cinq espèces :

- l'abeille commune (*Apis mellifera*).
- les abeilles géantes (*A.dorsata* et *A.laboriosa*).
- l'abeille indienne (*A.cerana*).
- l'abeille naine (*A.floréa*).

L'habitat naturel de l'abeille *A.mellifera* s'étant depuis la pointe sud de l'Afrique à travers la savane, la forêt humide, le désert et le climat doux de la Méditerranée avant d'atteindre la limite de son expansion en Europe du nord et en Scandinavie du sud. Avec une telle variété d'habitats, de conditions climatiques et de flores, il n'est pas surprenant de trouver de nombreuses sous-espèces (races) d'abeilles, chacune avec ses caractéristiques adaptées à chaque région (Louveaux, 1966).

En Algérie, il ya la présence de deux races bien définie, selon la répartition géographique qui l'influe directement :

I.1.1. Race tellienne (*Apis mellifera intermissa*)

L'aire de distribution se confond avec l'atlas tellien .De couleur noire, productive, prolifique, résistante aux maladies et aux prédateurs mais néanmoins agressive et présentant une tendance à l'essaimage.

Cette abeille présente aussi des avantages à savoir la longévité, la grand résistance au vol, sa faculté remarquable à récolter le pollen et une forte production de miel qui peut arriver jusqu'à 100kg par colonie à condition que les méthodes apicoles modernes soient appliquées.

L'abeille tellienne est la race dominante en Algérie ou elle se présente sous la forme de plusieurs variétés (dont cinq identifiées par les apiculteurs: Mazzi, Ghelmi, Begri, ainsi que deux variantes sauvages kabyles: Thiazine et Harezzine, adaptées aux divers biotopes.

De point de vue biométrique, ce sont des écotypes de l'abeille tellienne et non pas des variétés (Berkani, 2013).

1.1.2. Race saharienne (*Apis mellifera sahariensis*)

Implantée au nord du Sahara Algérien (El oued et Ain séfra), sa mise au rang de race a été contestée par Ruttner (1978), qui la considérait à l'époque comme une forme de transition entre *Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera adonsonii*.

Toutefois *Apis mellifera sahariensis* est considérée comme une race à part entière (Berkani, 2013).

I.2. Systématique

- **Embranchement** : Arthropodes
- **Sous embranchement** : Mandibulates
- **Classe** : Insectes
- **Sous-classe** : Ptérygotes
- **Ordre** : Hyménoptères
- **Sous-ordre** : Apocrites
- **Section** : Aculéates
- **Famille** : Apidés
- **Genre** : *Apis*
- **Espèce** : *Apis mellifera*
- **Sous-espèce** : *Apis mellifera intermissa* / *Apis mellifera sahariensis* (Buttel-Reepen, 1906).

I.3. Physiologie et morphologie de l'abeille

L'abeille possède un corps segmenté d'où il ya la présence de :

- La tête qui porte : Ocelles, œil composé, antennes, mandibule, proboscis.
- Un thorax : contient deux paires d'ailes, muscles verticaux et longitudinaux et trois paires de pattes.
- Un abdomen : qui contient la plus grande partie des organes interne (système respiratoire, digestif, et sécréteur).

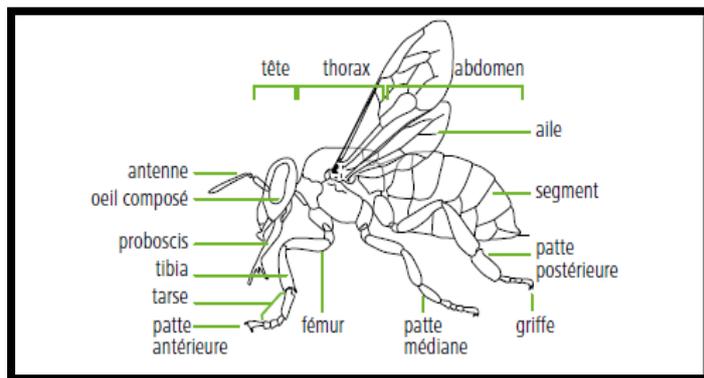


Figure n°01 : Anatomie de l'abeille (Bakiri, 2018).

I.4. Cycle de développement

Les abeilles sont dites insectes holométaboles ou à métamorphose complète. Elles sont complètement différentes à l'état larvaire et à l'état adulte (Biri, 2010).

Le cycle de développement d'une abeille adulte, quelle que soit sa caste est identique et passe par trois étapes : le stade de l'œuf, le stade larvaire et le stade nymphal. Mais La différence entre les castes se fait sur la durée de chaque étape (Prost, 2005 et Von Frisch, 2011).

Ces durées connaissent de grandes variations dépendantes notamment de sous espèces d'abeilles également en fonction de la nutrition du couvain (Winston, 1993). Ainsi, dépendantes de facteur génétique et climatique (Le Conte, 2011).

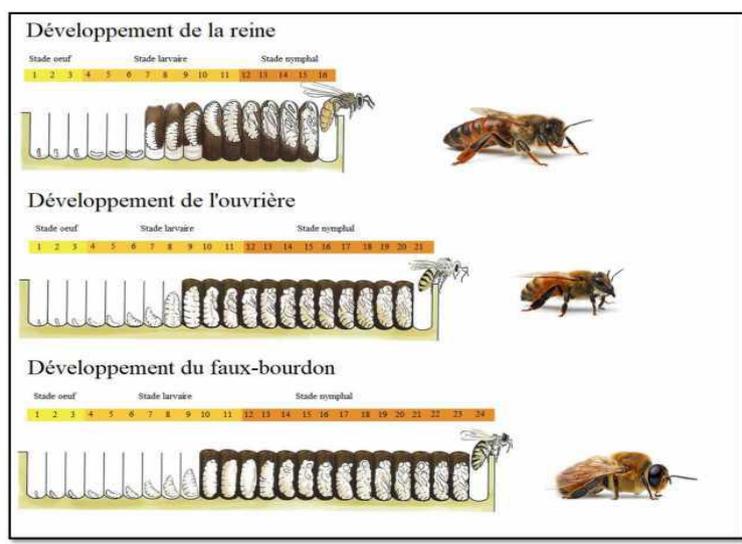


Figure n°02 : Cycle de développement de différente caste d'abeille (Le Conte, 2011).

I.5. Structure d'une colonie d'abeille

D'après le Conte (2002), la colonie d'abeille est organisée dans des ruches à la montagne ou dans les troncs d'arbres et aussi dans les ruches artificielles fabriquées par l'homme, la ruche est constituée :

I.5.1. Une population d'abeille parmi laquelle on distingue :

- **Une seule reine** : Qui est le seule individu femelle fertile de la colonie grâce à son appareil génitale complet .elle se caractérise par un thorax plus grand et moins de poiles par rapport aux autres individus de la ruche.

Après son vole de fécondation elle pond jusqu'aux 2000 œufs par jour (Tourneret, 2017) qui peuvent être fécondé donne naissance à des individus femelles et non fécondé se transformeront des males.

- **Quelques centaines de faux bourdons.**
- **Des milliers d'ouvrières** qui diffèrent selon leurs fonction : gardiennes, ventileuses nettoyeuses, architectes et maçonnes, butineuses, nourrices.

I.5.2. Couvain : contient des abeilles au cour de sont développement il est en deux type :

- ✓ Couvain ouverte constitué des œufs et des larves de 3 et 5 jours.
- ✓ Couvain operculé ou fermé : contient des nymphes, la durée de ce stade diffère selon le type d'individué : 07 jours pour la reine, 13 jours pour l'ouvrière et 16 jours pour le mâle.

I.7. Produits de la ruche

I.7.1. Miel

C'est la substance sucrée naturelle caractérise l'espèce d'abeilles mellifère, spécialement par les butineuses, elle lui transforme à partir du nectar .Le miel offre une alimentation très bénéfique et riche en activité antioxydant, anti-inflammatoire, antifongique, antibactérienne et action cicatrisante .Le miel suffisamment riche en sucre fermentera pas, l' operculation conservera parfaitement le miel protégerai par le bouchon de cire (Darrigol, 2017).

I.7.2. Cire d'abeille

la cire est secrétée par quatre paires de glandes cirières se trouvant sur la face ventrale de l'abdomen des ouvrières (Ait soura, 2017) âgées environ de deux semaines (Darrigol, 2017), apparait sous la forme de minuscules écailles que l'abeille mâchonne avant de l'utiliser pour modeler les rayons (Darrigol, 2017).

Elle est fabriquée à partir du miel par la réduction chimique des sucres et en utilisant les protéines du pollen, elle a un bénéfice sur la santé humain par son activité antioxydant et dans la production des produits cosmétiques et pharmaceutiques et même confectionner des bougies (Ait soura, 2017).

I.7.3. Propolis

C'est un produit riche en molécules aux propriétés antibiotique naturelles, il résulte de la résine des arbres qui se transformera par les sécrétions interne de l'abeille en propolis (Darrigol, 2017). L'abeille l'utilise pour calfeutrer la ruche, à boucher les éventuelles fissures, pour assurer son étanchéité, agissant à la fois comme un ciment et comme un mastic. L'homme l'utilise pour le traitement des maladies interne infectieuses et infantile, mycose, grippe, bronchite, toux, rhinite, Sinusite, prostatite, néphrite, ulcère d'estomac, et externes dans le cas de Zona, Herpes, brulure, trichophytie, pyodermies, lupus, abcès, furoncle, psoriasis, Acné, verrues ... (Darrigol, 2017).

I.7.4. Pollen

Le pollen est la semence male des fleurs, se forme dans la partie terminale des étamines appelée anthère. les cellules mères constituant l'anthère donnent chacune 4 graine de pollen la réunion de ces 4graine constitue une tétrade .pendant la floraison, l'anthère terminale des étamines s'ouvre largement, laissant échapper les grains de pollen telle une fine poussière (Darrigol, 2017), les abeilles récoltent du pollen pour elles –mêmes, c'est une nourriture essentielle dans la ruche. les pattes des abeilles sont idéalement adaptées a la récolte du pollen (Darrigol, 2017).

Le pollen a des vertus stimulantes, tonifiantes, reminéralisantes, revitalisantes, revigorantes, régénératrices, régulatrices de l'écosystème intestinal et laxatives (Darrigol, 2017).

I.7.5. Gelée royale

Sécrétée par les glandes hypo pharyngiennes et mandibulaires des jeunes nourrices âgées de 5 à 15 jours. Elle est la nourriture de base pour les femelles et males dans les trois premiers jours, et la nourriture fixe des reines pendant leurs cycle de développement (Darrigol, 2017).

La gelée royale aide principalement l'organisme à lutter contre la fatigue et à se défendre contre les agressions psychiques, climatiques, bactériens, elle est également utilisée en période hivernale, lors de stress, d'examens, de grande dépense physique ou en convalescence (Darrigol, 2017).

I.7.6. Venin d'abeille

Le venin ayant principalement une action anti-inflammatoire et antalgique propre à soulager l'arthrose et autres pathologies rhumatismales, comme l'arthrose, lumbago, cancer, douleur musculaire, courbatures, arthrite, crampes nocturnes, syndrome du canal carpien, tendinite (Darrigol, 2017).

I.8. Ravageurs et les maladies d'abeille

I.8.1. Fourmis

La plus dangereuse parmi les fourmis est celle de la famille des *Dorylinae* qui sont connues pour se déplacer loin de leur fourmilières, carnivore, elle chasse souvent de nuit, des insectes ou des petits animaux incapable de fuir, ces espèces attaquent fréquemment les colonies d'abeille et consomment le couvain sans toucher au miel (Paterson, 2008).

I.8.2. Coléoptères des ruches

L'espèce de coléoptère de ruche la plus grande appelée *Oplostomus fuliginosus* est un coléoptère mellivore surtout présent à basse altitude sous climat chaud, il cherche le miel, (Paterson, 2008).

La plus petite coléoptère *Aethina tumida* entre dans la ruche pour s'y reproduire, est un ravageur plus fréquent dans les régions moins chaudes, ses larves se nourrissent de pollen et de miel, ce qui provoque la fermentation du miel et sa liquéfaction (Paterson, 2008).

I.8.3. Bactéries

I.8.3.1. Loque européenne

Selon FNOSAD (2014), la loque européenne est une maladie du couvain de l'abeille, contagieuse, due à une bactérie portant le nom de *Melissococcus plutonius*. Elle touche principalement le couvain ouvert et entraîne des mortalités larvaires plus ou moins importantes pouvant aboutir à l'affaiblissement de la colonie.

Contrairement à l'agent de la loque américaine, la bactérie responsable de la loque européenne n'a pas la capacité de se transformer en spore (forme de résistance) (FNOSAD, 2014), des symptômes observés au niveau de la ruches l'horde de l'infestation :

- des larves montrant des positions aberrantes (redressées).
- des larves flasques, affaissées, de couleur jaune clair à brun qui évoluent en une masse semi-liquide.
- un couvain en mosaïque.
- une odeur décrite comme aigre ou de moisi, parfois acide comme le vinaigre (signe non systématique) ou une odeur de putréfaction.

I.8.3.2. Loque américaine

C'est une maladie très grave et contagieuse de l'abeille mellifère due à une bactérie appelée *Paenibacillus larvae*, qui a la propriété de produire des spores extrêmement résistantes. L'agent bactérien atteint le couvain jeune de toutes les castes mais les signes cliniques de la maladie ne sont observables qu'à l'examen du couvain operculé. (FNOSAD, 2014). Sans intervention de l'apiculteur, la maladie entraîne d'abord un affaiblissement de la colonie propice au pillage puis sa mort (FNOSAD, 2014).

I.8.4. Varroise

La varroise est un acarien parasite qui s'attaque aux abeilles adultes ainsi qu'aux larves et aux nymphes. Il s'agrippe au corps de l'abeille et se nourrit à même son hémolymphe (sang). Son mode d'alimentation prive ainsi l'abeille affectée d'une partie de son volume sanguin et de divers nutriments dont elle a besoin pour accomplir ses tâches. Entre autres, la gelée produite par les nourrices affectées par la varroise est de moins bonne qualité et nuit au bon développement du couvain. Les acariens adultes sont aussi reconnus pour se loger à l'intérieur (Francis *et al.*, 2013).



Figure n°03: *Varroa jacobsoni* (Ellis & Zettelnaen, 2010).

I.8.4.1. Position systématique

Reigne : Animalia

Phylum: Arthropoda

Class: Aracnida

Sous classe :Acari

Ordre : Mesostigmata

Famille : Varroadae

Genre : Varroa

Espèce : *Varroa jacobsoni* (Anderson & Trueman, 2000).

I.8.4.2. Cycle de développement

La ponte, la fécondation et le développement des acariens se produisent avant l'apparition de l'abeille adulte (Colin et *al.*, 2001). La durée de développement de l'acarien dans les cellules operculées est de 8 à 13 jours (Bowen-Walker & Gunn, 2001).

Le male fécondera ses sœurs les femelles filles dès qu'elles atteignent le stade adulte et avant l'éclosion de l'abeille. Lors de l'éclosion, les femelles s'embarquent sur l'abeille et après une période de transport, elles deviennent elles-mêmes des femels fondatrices ; elles relanceront ainsi le processus de reproduction dans d'autres cellules de couvain (Fernandez & Coineau, 2002).

Les colonies les plus fortes pendant l'année seront, en général, les plus infestées en fin de la saison (ALSACE, 2013).

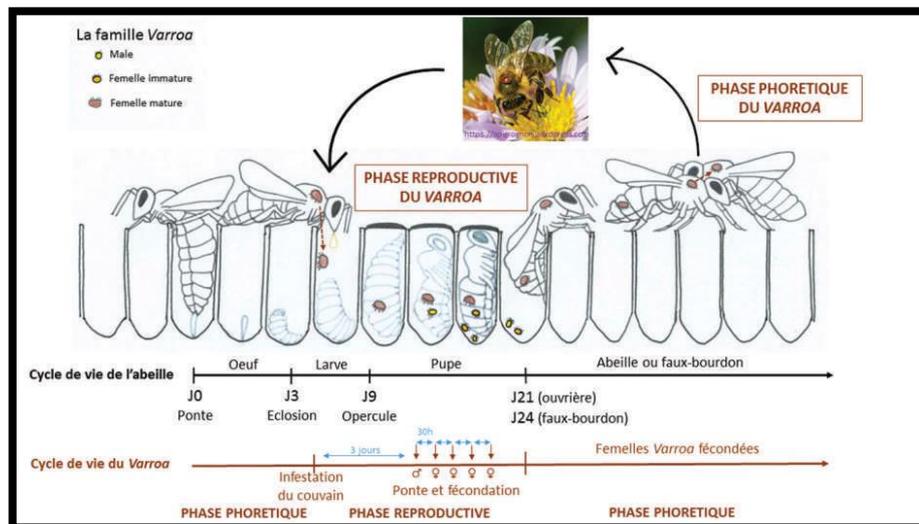


Figure n°04: Synchronisation du cycle de développement du varroa avec celle de l'abeille (Victoire Miette, 2018).

I.8.4.3. Lutte contre le Varroa

La lutte est nécessaire et obligatoire. Elle doit être scientifiquement raisonnée et s'effectuer par des moyens zootechniques, biotechniques et médicamenteux (Vidal-Naquet.2011), le traitement le plus simple, le plus efficace et le plus utilisé à l'heure actuelle sont les lanières Apivar® à l'amitraz (Robert Hummel & Maurice Feltin, 2014).

Cependant leurs emplois intensifs créent des générations de varroa résistantes à ces produits, et en plus ils peuvent provoquer une pollution des produits des ruches et l'affaiblissement des colonies, ils sont toxiques, non seulement pour les abeilles, mais également pour les produits de la ruche (Moussaoui et al ., 2017)

I.8.5. Fausse-teigne

La grande fausse teigne *Galleria ellonella* et la petite fausse teigne *Acronia grisella* sont des papillons (Paterson, 2008) appartenant à la famille des mites. Il pond à l'intérieur des ruches et les larves se développent dans les rayons de cire de la ruche notamment sur les vieux rayons noirâtres (Paterson, 2008).

Les larves sont reconnues pour creuser un réseau de galeries qu'elles tapissent de soie dans des rayons entiers et quand les larves entrent en nymphose, elle se creuse une loge dans le bois de la ruche (Paterson, 2008). La fausse-teigne attaque les colonies faibles, ou après qu'un essaimage a faibli une colonie, et aussi toutes colonies qui a perdu sa reine est susceptible d'être attaquée par les fausse-teigne (Paterson, 2008).

I.8.6. Sphinx à tête de mort (*Acherontia atropos*)

Est un grand papillon de nuit qui pénètre dans les colonies affaiblies pour y consommer le miel. On le connaît à la tache en forme de tête de mort qu'il exhibe sur le thorax.

Ces papillons ne perturbent pas les colonies fortes, mais il faut l'expulser lorsqu'on l'y aperçoit (Paterson, 2008).

I.8.7. Guêpes chasseresses

Les guêpes de l'espèce *polarus latifrons* attaquent parfois les abeilles à l'entrée de la ruche et les emportent pour les consommer ou en nourrir leurs larves, ces insectes posent souvent empêcher les abeilles de sortir butiner s'ils sont présents en grand nombre, la méthode de lutte en plaçant un plat rempli d'eau sous l'entrée de la ruche (Paterson, 2008).

I.8.8. Oiseaux

Le Guêpier d'Europe (*Merops apiaster*) est une espèce d'oiseau appartenant à la famille des Meropidae, il présente des dégâts majeurs au niveau des ruches.

I.8.9. Nosémose

C'est une maladie contagieuse de l'abeille mellifère, due à un microsporidie (champignon parasite) du genre *Nosema*, qui se multiplie dans les cellules de la paroi intestinale. Elle atteint toutes les castes d'abeilles adultes (Paterson, 2008), provoquant des diarrhées aiguës et qui peut dans certains cas entraîner une forte mortalité des colonies atteintes.

II.1. Historique de *Ruta montana* .L

Les rutaceae sont caractérisé par des poches sécrétrice d'un type qui n'est rencontré dans aucune autre famille dites schizolysigènes .ces poche d'origine épidermique, sont toujours superficielles et libèrent leur contenu, une huile essentielle, à la moindre pression. Les fleurs et le feuillage aromatiques, sont le principal attrait des rues.les feuilles sont alternes, parfois opposées, ovales, large, arrondies et pennatiséquées ou pennées. Les fleurs jaunes, fimbriées ou dentées, à quatre au cinq pétales, s'épanouissent en cymes terminales (Alloun, 2013).

Le genre *Ruta*.L est représenté en Algérie par 4 espèces : *R.montana* (clus) L, *R chalepensis* L *R.angustifolia* (pers) *P.cout* et *R latifolia* (salib) lindb. Les espèces différentes entre elles par l'allure des feuilles, des feuilles, de la grappe fructifère, des bractées et des sépales, elle est rencontrée dans les zones montagneuses de l'intérieur sur l'Atlas saharien et les pelouses arides (Alloun, 2013).

II.2. Systématique

La classification est basée sur l'APG 03 (Angiosperm Phylogeny Group) (<https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-58988-synthese>)

Ordre : Sapindales

Famille : Rutaceae

Genre : *Ruta* (rutales)

Espèce : *Ruta montana*.L



Figure n°05: *Ruta montana* .L (Originale, 2018)

II.3. Habitat et répartition géographique de l'espèce en Algérie

A partir d'une étude a été réalisé dans la zone de Tessala et de Bni saf, la rue de montagne préfère les sols à éboulis et s'installe en marge des fourrés ; à l'inverse *Ruta chalepensis* L. et *Ruta angustifolia* Pers. s'installent dans un cortège floristique dense et bénéficient ainsi de l'humidité et de la litière offerte par le couvert végétal (Bennaoum & Benhassaini, 2017).

II.4. Données phytochimique de *Ruta montana*.L

L'huile essentielle de rue contient principalement des composés cétonique, c'est un antihelminthique (poison neurologique pour les parasites) il contient des substance intéressant sur le plan pharmacologique, flavonoïdes et la quercéline protecteur vasculaire des furanocoumarine, photosensibilisantes bergaptène et xanthotoxine., des alcaloïdes très peu étudiés et utilisés et l'HE 0.5 et 03 % , selon la partie des la plante (Ziani Borhane eddine & Raab, 2011).

L'huile essentielle de la rue, est très concentrée et forte et utilisé en parfumerie, posologie conseillée sur avis d'un praticien ne doit pas dépasser 2 g d'huile essentielle ou 5g de feuilles séchée en infusion elle ne peut être délivrée en herboristerie que sur prescription médicale mise en garde la rue est une plante très puissante elle ne doit jamais être consommée par les femmes enceintes car elle est toxique (Alloun, 2013).

II.5. Vertus de *Ruta montana*.L

II.5.1. Vertus médicinale et pharmaceutique

Les racines, en décoction est employée contre les maux d'estomac les affections de l'appareil respiratoire et les maladies du foie les feuillées sont irritantes et vésicante propriétés dues l'huile essentielle et en particulier a la méthylnonylcétone qui est un rubéfiant elle est un antispasmodique antiépileptique vermifuge .la rue et surtout sont huile essentielle sont des antihelminthiques (poison neurologique pour les parasites). Huile essentielle est rubéfiante et utilisé en fabrication sur les zones douloureuses des articulations ou des muscles (Ziani Borhane eddine & Raab, 2011).

II.5.2. Vertus en parfumerie

L'huile essentielle du rue est utilisée en parfumerie dans la préparation des arômes. On sépare le méthyle n-nonylcétone par distillation fractionnée. Cette cétone sert à la préparation du méthylnonylacétaldéhyde (Ziani Borhane eddine & Raab, 2011).

II.6. Définition d'huile essentielle

Une huile essentielle c'est d'un produit volatil composé de molécules secrétées par certaines plantes qui lui confèrent un arôme spécifique. Ces arômes correspondent à un mélange de composés lipophiles, volatiles et souvent liquides, synthétisés et stockés dans certains tissus végétaux spécialisés. Le terme volatil s'explique par le fait que les huiles essentielles s'évaporent très rapidement (Boumediene, 2014).

II.7. Activité insecticide et mécanisme d'action des huiles essentielles

II.7.1. Activité insecticide

Des l'antiquité, les chinois, les grecs et les romains utilisent des plantes ou extraits de plantes avec du soufre et de l'arsenic comme insecticides, celles-ci ont également joué un rôle important pour la préservation des denrées stockées dans les grainiers traditionnels en Afrique (Ziani Borhane eddine & Raab, 2011).

Les HE extraites des plantes aromatiques ont une toxicité forte chez l'insecte invertébré, et faible chez les vertébrés, cette différence liée à la structure de leur récepteur octopaminergique qui constituent les voies d'entrée des HE dans l'organisme (Ziani Borhane eddine & Raab, 2011).

L'activité insecticide des substances naturelles d'origine végétale est la faculté d'action conjuguée à ces dernières de provoquer des effets endommageant sur les populations d'insectes nuisibles afin de limiter leur pullulation ou leur nocivité. Ces substances sont à la fois des matières actives qui agissent par leurs propriétés chimiques et dans certains cas des complexes synergistes pour d'autres molécules chimiques (Ziani Borhane eddine & Raab, 2011).

Différentes espèces végétales appartenant à différentes familles botaniques comme Myrtaceae, Poaceae, Umbelliferae, Lauraceae, Myristicaceae ont des propriétés insecticides

dans la zone méditerranéennes en provoquant la mort de l'insecte et en inhibant sa reproduction parmi lesquelles on distingue le thym et du serpolet le romarin l'origan (Ziani Borhane eddine & Raab, 2011).

II.8. Composition chimique des huiles essentielles

La composition chimique d'une HE est très complexe. En effet, le nombre de composés isolés au sein des HE est d'environ un millier et il en reste encore beaucoup à découvrir. (Alloun, 2013).

II.8.1. Composés terpéniques

Les terpènes doivent leur nom ce sont des composés formés de l'assemblage de deux ou plusieurs unités isopréniques (2-méthylbuta-1,3-diène), unité composée de cinq carbones isopréniques. Selon Brune ton, seuls les terpènes les plus volatils dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée (mono terpènes et sesquiterpènes) sont rencontrés dans la composition des HE (Alloun, 2013).

Les mono terpènes (composés en C_{10}) ce sont des hydrocarbures volatils présents dans la quasi-totalité des HE ; ils peuvent être acycliques (Myrcène, ocimène) monocycliques (p-cymène, (terpinène) ou bicyclique (camphène, sabinène, pinènes, 3-carène) (Alloun, 2013).

Les sesquiterpènes (composé en C_{15}) ils sont constitués de trois éléments isopréniques, disposés de façon à donner des structures monocycliques ou polycycliques (Alloun, 2013).

II.8.2. Composés aromatiques

Les huiles essentielles renferment aussi des composés odorants (phényle-proanoïdes) dont la biogenèse est différente de celle des terpènes. Parmi ces divers composés aromatiques, on peut citer (Alloun, 2013):

- Les aldéhydes (anisiques, cuminiques, cinnamiques).
- Les phénols et éthers (thymol, eugénol, anéthol).
- Les coumarines (bergapteine, ombelliférone).
- Des composés acycliques tels que les acides organiques à faible poids moléculaire (acétique, formique, valérique) peuvent être également rencontrés.

II.9. Action des huiles essentielles sur les bactéries

Les HE ont un effet sur la croissance des bactéries, elles empêchent les fonctions vitales comme la multiplication, sporulation, et la synthèse de leurs toxines (Laouar & Sifer, 2013). Grace à son Hydrophobicité (Alloun, 2013), les HE ont plusieurs cite d'action dans la cellule bactérienne :

- ✓ 1^{er} cite : La paroi, elle provoque la déformation de la membrane cellulaire cela entraine une fuite d'ions et des composées intracellulaire (Alloun, 2013).
- ✓ 2eme cite : Cytoplasme, elle bloque la production de l'énergie cellulaire et la synthèse de composant de structure, à cause de la coagulation des constituants cellulaires par la dénaturation des protéines résulte de l'acidification de l'intérieur de la cellules (Laouar & Sifer, 2013).
- ✓ 3eme cite : la destruction de l'ADN, qui cause la mort de la cellule. (Laouar & Sifer, 2013).

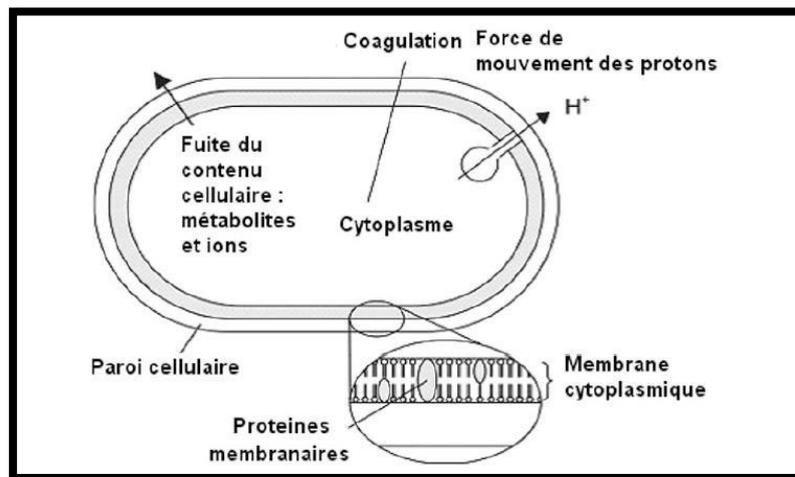


Figure n°06: Action des huiles essentielles et de leurs constituants sur la cellule bactérienne
(Burt, 2004).

II.10. Différence entre les huiles essentielles et les Antibiotique

Les différences existant entre les huiles essentielles et les antibiotiques sont montré dans le tableau ci-dessus :

Tableau n°01 : Différences entre les huiles essentielles et les antibiotiques (Alloun, 2013).

	Les antibiotiques	Les huiles essentielles
Historique	Depuis la révolution globale de l'humanité	Depuis l'antiquité
Structure chimique	Une seule molécule	Plusieurs molécules
Origine	Moisissures hétérotrophes	Métabolisme secondaire des plantes supérieure, autotrophe
Resistance des microorganismes	L'antibiotique est constitué d'une seule molécule pour cela les bactéries ont capable de synthétiser une enzyme ou une autre molécule le rendant inactif	Incapables de rendre les HE inactives.
Toxicité	Certaines molécules présentent une toxicité sévère	Rarement toxique

II.11. Synergie entre les HE et les antibiotiques

Le synergisme entre les huiles essentielles et les antibiotiques a été rapporté dans plusieurs études. C'est une interaction positive crée quand l'association des deux agents, provoquent un effet inhibiteur supérieur à la somme de leurs effets individuels. En effet les huiles essentielles peuvent sensibiliser le microbe pathogène à un antibiotique précédemment inefficace. (Laouar & Sifer, 2013). Il à été démontré que certains composés de plantes peuvent inhiber efficacement les pompes à efflux impliqués dans les mécanismes de résistance aux antibiotiques, cela pourrait conduire à la restauration de la sensibilité aux antibiotiques et de réduire leurs doses (Laouar & Sifer, 2013).

L'association des huiles essentielles aux antibiotiques peut être employée pour augmenter le spectre antimicrobien, empêcher l'apparition des mutants résistants , réduire au minimum la toxicité et minimiser les effets secondaires de l'antibiotique, ce qui pourrait être une

alternative à la monothérapie pour des patients présentant des infections envahissantes difficile à traiter, comme ceux dues aux espèces multi résistantes (Laouar & Sifer, 2013).

II.12. Domaine d'application des HE

Les HE constituent un élément primordial dans l'industrie agro-alimentaire, elles assurent le goût et l'arôme pour ces qualités gustatives et servent aussi à aromatiser les confiseries et entrent dans la préparation des boissons alcoolisées, produits laitiers, produits carnés soupes (Bruneton, 1999).

II.12.1. Parfumerie et cosmétique

La majorité des produits cosmétiques contiennent une certaine qualité d'HE comme élément parfumant, il serait probable que ces essences servent à préserver ces cosmétiques tout en leur assurant une odeur agréable (Bruneton, 1999).

II.12.2. Aromathérapie

Les HE constituent le support du traitement des maladies par les essences des plantes ou Aromathérapie.

La masso-Kinésithérapie, l'ostéopathie, la podologie, l'acupuncture, la rhumatologie, l'esthétique, etc. sont autant de formes thérapeutiques médicale qui utilisent les huiles essentielles en baume, en huile de coup et en huile de bain, on notera la présence d'huile essentielle dans la préparation de bain calmant, relaxants, tonifiants, On observe dans ce cas une absorption percutanée des constituants terpéniques (Ziani Borhane eddine & Raab, 2011).

II.12.3. Pharmacie

Les HE ont un grand intérêt en pharmacie .Elles s'utilisent sous la forme de préparation galénique et dans la préparation d'infusion (Verveine, thymie, menthe....)

Ces essences par une action antitoxiques s'opposent à la vie en bloquant certaine fonctions métaboliques des germes comme l'arrêt de la croissance et la multiplication, elles s'emploient pour leurs propriétés aromatisants pour masquer l'odeur désagréable des médicaments destinés à la voie orale (Ziani Borhane eddine & Raab, 2011).

II.12.4. Désinfection des locaux

En milieu hospitalier, les HE deviennent un matériel intéressant pour la désinfection préventive a du fait de la complexité de leur composition chimique et de l'originalité de leurs activités antimicrobiennes (Ziani Borhane eddine & Raab, 2011).

Depuis quelques années la santé des abeilles est devenue inquiétante : leur taux de mortalité atteint 30 à 35% taux anormalement élevé qui atteint dans certains cas 50% de pertes hivernales, et 30% à 40% de pertes printanières (Bernard, 2008). 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 la varroase qui présente un véritable fléau apicole.

Le monde entier s'est intéressé à la *Varroa*, des travaux ont été consacrés aux pathologies apicoles en général et à la varroase en particulier. Notons tout de même les travaux de l'ADAPI (l'association pour le développement de l'apiculture provençale en France) qui a abordé une étude d'action de l'Apivar sur les population de varroa, d'autres travaux se sont orientés vers l'utilisation des plantes médicinales à propriété acaricide dans la lutte contre la varroase.

Les vertus thérapeutiques des plantes médicinales et aromatiques ont été expérimentées depuis des siècles et la valorisation de leurs huiles essentielles dans différentes applications notamment en tant que anti-inflammatoires, antiseptiques, antifongiques, bactéricides, insecticides et insectifuges, tonifiantes, stimulantes, calmantes (Bourebaba & Boulemredj, 2012).

Selon la commission européenne, la citronnelle est utilisé comme un herbicide, le clou de girofle comme un fongicide et bactéricide, orange douce : un insecticide à la fin monthe verte régulateur de croissance

En Algérie la Rue de montagne est un espèce locale repartie dans la zone méditerranéenne, il est utilisé dans la médecine traditionnelle et comme insecticide (Bourebaba & Boulemredj, 2012).

Aujourd'hui, nombreuses recherches à l'échelle nationale à travers plusieurs université est faite pour tester cette plante et son activité à différente hôte, Noton les travaux de (Choucha & Kahoul, 2017) qui à montré son effet Allelopathique sur une espèce de céréale et quelque mauvaises herbes et l'étude de l'activité antimicrobienne et bio insecticide par (Bergheul, 2018)

C'est dans ce cadre que s'inscrit l'objectif de cette étude, réalisée pour la première fois à l'université de Saad DAHLEB Blida , qui consiste à tester l'efficacité et la toxicité d'huile essentielle de *Ruta montana*.L contre la mite de *Varroa jacobsoni* vecteurs de maladies parasitaires, en apportant un intérêt majeur à l'amélioration sanitaire et de rendement

d'arboriculture fruitière en Algérie en protégeant l'abeille locale *Apis mellifera intermissa* par l'utilisation des bio-acaricide.

La technique apicole utilisée dans ce travail est les comptages sur linge graissés qui est indispensable lors un traitement ou dépistage de la varroase, la pose de langes graissés destinés à recueillir les varroas tués par l'acaricide. Dans le cadre d'un plan sanitaire d'élevage, la conservation de ces langes pendant un certain temps peut être prévue. Ils doivent être facilement stockable, identifiés, à usage unique ou désinfectés avant réemploi (Cantin, 2005)

Les principales parties de ce travail se résument comme suit :

- La première partie a été essentiellement consacrée aux données bibliographiques, dont le premier chapitre aborde à la présentation de l'espèce hôte *Apis mellifera intermissa* et ses maladies. Quant au deuxième chapitre, il présente une synthèse bibliographique sur la plante de *Ruta montana.L* sa position systémique ses vertus et les huiles essentielles envis à vie au antibiotique et son action sur les bactéries.
- La deuxième partie traite la partie expérimentale, incluant les différentes techniques (Matériels, méthodes, matériels biologiques.....).
- La troisième partie a été consacrée à la présentation des résultats acaricide et biologiques obtenus et leurs interprétations, suivie de la discussion.
- Enfin, une conclusion avec une synthèse des résultats obtenus et des perspectives devant faire l'objet de futures travaux.

III.1. Matériels utilisés

Deux aspects principaux sont l'objet de cette étude le premier est acaricide qui a pour but d'extraire l'huile essentielle d'une espèce du genre *Ruta* (*Ruta montana*.L) caractéristique du Chrea montagne, le deuxième est microbiologique qui permettra de mettre en évidence son activité antibactérienne sur deux souches de Gram+ *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis* isolée et identifiée au niveau du laboratoire de CRD Saidal de Gai de constantine et les deux autres de Gram- (*Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* puis une levure : *Candida albicans*.

Notre étude s'est déroulée dans un rucher expérimental de l'université Saad DAHLEB Blida du 29 octobre 2018 au 22 janvier 2019. Le site est un verger constitué d'Orangers, Citronniers, de Néfliers, de pommiers, d'Amandiers et d'abricotiers. Une végétation spontanée constituée de nombreuses plantes mellifères et poulinières, notamment la moutarde des champs, la carotte sauvage, la bourrache et l'oxalis.



Figure n° 07: Cheptel apicole (Originale, 2018).

Les critères de choix de notre rucher à savoir :

- ✓ Climat et végétation favorable à une conduite apicole.
- ✓ Colonies situées dans un endroit facilement accessible.
- ✓ l'existence du parasite *Varroa jacobsoni* .

Les expériences sont réalisées avec des abeilles de la race *Apis mellifera intermissa* un traitement a été réalisés à savoir: Bioproduit formulé avec le tension active Tween 80 et un traitement chimique Apivar .

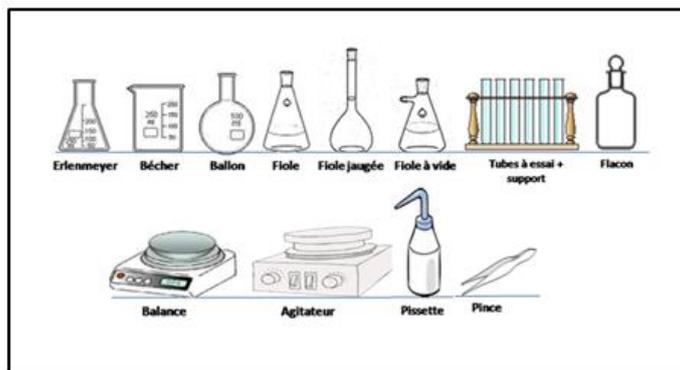


Figure n° 08: Matériels de laboratoire utilisés.

III.2. Méthodes

III.2.1. Extraction d'huile essentielle

La plante est récoltée de Chréa montagne le mois d'Octobre au stade végétatif, après un séchage de 05 jours, on a commencé une hydro distillation qui est une méthode d'extraction dont le rôle est d'entraîner les composés volatiles présents dans les produits naturels, grâce à la vapeur d'eau.

Ce procédé est aussi appelé « entraînement à la vapeur ». Cette manipulation est faite au niveau de magasin apicole au station d'expérimentation selon le protocole expérimental ci-dessous :

- ✓ Laver la partie aérienne, les découpés en morceaux avec une paire de ciseaux.
- ✓ Introduire les morceaux dans une cocotte remplie de 03 litres d'eau.
- ✓ Faire circuler l'eau froide dans le réfrigérant à eau (l'eau froide arrivant par le bas du réfrigérant et ressortant par le haut) puis, à l'aide de la cocotte, porter le mélange à ébullition (thermostat maximum).
- ✓ Recueillir le distillat dans l'éprouvette graduée. Vérifier que la température des vapeurs reste constante.
- ✓ Stopper le chauffage dès que la température des vapeurs recommence à augmenter.

III.2.2. Formulation de bioproduit

L'huile essentielle est un composé insoluble dans l'eau, c'est pourquoi l'utilisation d'un tensioactif non ionique est indispensable.

III.2.2.1. Préparation de la solution mère de tween à 01%

Pour la préparation de cette solution il faut 5 g de tween 80 dissous dans un volume de 500 ml d'eau distillée.

- ✓ Taré la balance et pesé 05 g de tween 80 dans le bécher
- ✓ Ajouté un peut de l'eau distillée puis les mettre dans la fiole jaugée de 500 ml
- ✓ Compléter à remplir la fiole jusqu'au l'indice 500 ml
- ✓ à l'aide d'une baguette en verre mélange le tween avec l'eau
- ✓ fermer la fiole et faire des mouvements circulaire et agiter délicatement jusqu'à l'obtention d'une solution homogène de tween 80 à 1%



Figure n°09 : Solution tween à 1% (Originale, 2018).

III.2.2.2. Préparation des doses d'huile essentielle

Préparation de solution à 0.15% et 0.25 % d'HE :

- ✓ Préparer deux volumes de 100 ml de solution mère et mélanger avec 0.15 g et 0.25 g d'HE successivement dans deux fioles jaugées de 100 ml.
- ✓ Faire un mouvement circulaire et agiter délicatement jusqu'à la solution sera homogène.
- ✓ Faire la conservation de ces solutions dans deux flacons fumés et bien fermés.



Figure n°10: Préparation des doses d'huile essentielle (Originale, 2018).

III.2.3. Test de toxicité d'huile essentielle sur les abeilles

Dans le but de protéger les abeilles au cours de traitement il est nécessaire et obligatoire de faire ce teste suivant les étapes ci-dessus

- ✓ Coupé deux petits morceaux de papier mouchoir et les mettre au fond de boite pétrie.
- ✓ Mettre 01 ml de chaque concentration d'HE puis les deux abeilles dans chaque boite.
- ✓ Laisser les 10 min et vérifier si les abeilles meurent.

III.2.4. Application d'huile essentielle sur les ruches d'abeille

Objectif est l'étude d'efficacité d'huile essentielle de *Ruta montana* .L sur les acariens de *Varroa jacobsoni* suivant le procédé à la pose des langes.

Cette méthode consiste à équiper les plateaux des ruches de plaque métallique sur lesquels en mettre des bandes de papier buvard. La plaque métallique enduite, facilite le passage d'abeille, mais suffisante pour coller les acariens de varroa et d'éviter que les acariens soient soufflés par un courant d'air ou projetés à terre lors d'une manipulation maladroite, la méthode d'application est montré ci-dessus :

- Laver les plaques métalliques avec l'eau pour éliminer tous traces de saleté
- Graisser la surface des plaques
- Coller les bandes de papier buvard



Figure n°11: Plaques métalliques graissées avec des bandes de papier buvard (Originale, 2018).

- A l'aide d'une seringue stérile, prendre 01 ml de solution 0.15 % d'huile essentielle de *Ruta montana.L.*, et injecter son contenu sur les bandes de papier buvard successivement.
- Mettre les plaques au fond de la ruche n°01 délicatement.
- Faire les mêmes étapes avec la plaque destinée à la ruche n°02 en prend 01 ml de solution 0.25% d'huile essentielle
- Laisser l'huile se vaporiser et récupérer les plaques chaque 07 jours
- Compter et noter le nombre des acariens morts de *Varroa jacobsoni*



Figure n°12: Mise en place de procédé de pose des langes (Originale, 2018).

III.2.5. Application de produit chimique Apivar

Pour la réalisation de traitement chimique par Apivar, nous avons utilisé 03 lanières par ruche qui sont placées verticalement entre les cadres



Figure n°13: Disposition des 03 lanières d'Apivar dans la ruche (Originale, 2018).

III.2.6. Suivre des chutes de Varroa

Les varroas morts ont été ramassés et comptés. Après chaque comptage, les bandes en papier buvard sont nettoyées et remplacées par autres et les plaques bien lavées et enduites par la graisse. Les comptages de Varroas sont réalisés d'une façon régulière chaque 07 jour.



Figure n°14: Individus de Varroa mort après le traitement (Originale, 2018).

III.2.7. Estimation de nombre d'abeille dans la colonie

Basé sur la méthode de BERKANI 9, et à travers nos données réelles sur le champ il est possible d'estimer le nombre d'abeille selon la formule suivante :

Poids d'un cadre avec abeilles – poids d'un cadre bâti sans abeilles = poids totale des abeilles dans un cadre.

En suite :

Poids totale des abeilles dans un cadre ÷ le poids d'une seule abeille = le nombre d'abeille dans un seule cadre.

II.2.8. Estimation de nombre de varroa

Le nombre approximatif de Varroa existants dans la colonie est obtenu par la multiplication du nombre de varroa trouvés sur les langes par 90 (=la durée maximale de vie des femelles Varroa).

III.2.9. Méthode d'estimation du taux d'infestation d'une colonie

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

Sachant que : $D^{\circ}I_{i_0} = B * 90 / P$ et $D^{\circ}I_{i_0} = (A/29) * 90 / P$ Donc : $D^{\circ}I_i = C/P$

A : correspond au nombre de varroa morts pendant un mois

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

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

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

III.2.10. Etudes quantitative de l'effet antimicrobien de l'huile essentielle de *Ruta montana* L par la méthode de diffusion sur gélose

La technique que nous avons utilisée pour évaluer l'activité antimicrobienne des huiles essentielles à étudier, est la méthode de diffusion en milieu gélose (solide) appelée également l'aromatogramme, en utilisant des disques en cellulose stériles, (Deans et Ritchie, 1987 ; Smith Paimer et al., 1998).

Les tests ont été réalisés au niveau du CRD SAIDAL (Alger), le principe de la méthode a été tiré à partir de tirage des antibiotiques (Pharmacopée Européenne, 2002).

III.2.10.1. Principe

La méthode de diffusion sur milieu gélosé (aromatogramme) consiste à estimer l'inhibition de la croissance des germes testés soumis au contact des huiles essentielles étudiées. Cette méthode est effectuée par dépôt de disque en cellulose stérile, de 9 mm de diamètre, imprégné de l'huile essentielle à étudier sur un milieu gélose préalablement coulée dans une boîte de pétri et ensemencée par 10^4 UFC/ML du micro-organisme testé. Après incubation, la lecture des résultats se fait par la mesure du diamètre (en mm) de la zone claire indemne de colonies autour du disque absorbant, appelé zone d'inhibition.

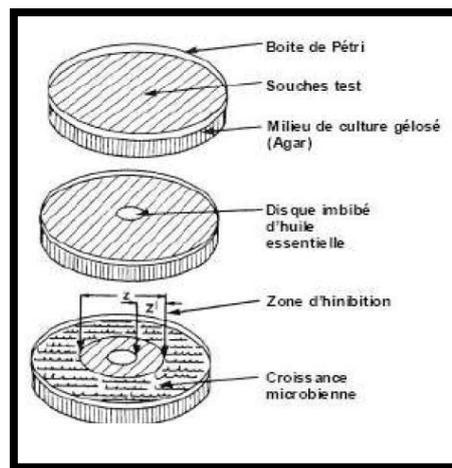


Figure n°15: Illustration de la méthode d'aromatogramme sur boîte de pétri (Bousbia, 2004).

III.2.10.2. Protocole expérimental

Préparation de la première couche du milieu :

- Liquéfier les milieux MH et SAB dans un bain marie à 95°C.
- Verser aseptiquement une première couche de ces milieux dans des boîtes de pétri identifiées à raison de 15 ml par boîte.
- Laisser les milieux de refroidir et de solidifier sur la paillasse.

a. Préparation de l'inoculum

Réaliser des suspension microbiennes par prélèvement de 3 à 5 colonies bien isolés à partir d'une culture jeune de 18h pour les bactéries et de 48h pour les levures, à l'aide d'une anse stérile et les mettre ensuite dans 9 ml d'eau physiologique stérile, puis agiter au vortex pendant quelques secondes.

La lecture de la densité optique est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 620 nm en estimant l'absorbance qui doit être comprise entre 0,22 et 0,32 pour les bactéries sauf pour *Staphylococcus aureus* qui doit être compris entre 0,3 et 0,4 et entre 2 et 3 pour les levures, ce qui correspond à une concentration optimale de 10^7 à 10^8 germes/ml.

b. Préparation de la deuxième couche de milieu :

- ✓ Liquéfier les milieux gélosé MH et SAB dans un bain marie à 95°C
- ✓ Laisser ces milieux refroidir jusqu'à l'abaissement de la température à 45°C
- ✓ Répartir ces milieux dans des flacons de 50 ml
- ✓ Ensemencer chaque 50 ml du milieu par 200 µl d'une suspension microbienne donnée prélevée à l'aide d'une micropipette stérile, après une bonne homogénéisation du tube.
- ✓ Agiter manuellement le flacon du milieu ensemencé
- ✓ Déposer rapidement 5 ml de chaque milieu inoculé par l'une des suspensions microbienne à la surface de la première couche de gélose solidifiée dans la boîte de Pétri correspondante
- ✓ Etaler immédiatement cette couche en faisant pivoter la boîte sur elle-même pour avoir une surface uniforme
- ✓ Laisser solidifier sur pailleasse

c. Dépôt des disques

- ✓ Prélever aseptiquement un disque cellulosique stérile à l'aide d'une pince stérile.
- ✓ Imbiber ce disque avec l'huile essentielle à tester en mettant seulement en contact le bout du disque, celui-ci absorbe progressivement l'huile essentielle jusqu'à imprégnation total du disque.
- ✓ Déposer le, à la surface de la gélose préalablement préparée.
- ✓ Laisser ces boîtes de Pétri sur la pailleasse pendant 30 mn pour la diffusion de l'huile essentielle au sein du milieu gélosé.

d. Incubation

Incuber les boîtes de Pétri ainsi ensemencées à 37°C pendant 24h pour les bactéries et à 25°C pendant 48h pour les levures.

e. Lecture

Mesurer le diamètre des zones claires autour des disques (zone d'inhibition) à l'aide d'un pied à coulisse d'après Meena et Sethi (1994) et Ela et al (1996).

Tableau n°02 : L'échelle d'estimation des diamètres des zones d'inhibitions de la croissance microbienne donnée par Meena et Sethi (1994) et Ela et al (1996).

Etat	Diamètres (mm)
Fortement inhibitrice	≥ 28
Modérément inhibitrice	16-28
Légèrement inhibitrice	10-16
Non inhibitrice	< 10

IV.1. Efficacité et la toxicité d'huile essentielle de *Ruta montana.L* sur le *Varroa jacobsoni*

IV.1.1. Rendement en huile essentielle

L'application du formule $R = (P_B/P_A) * 100$ nous a permet de calculer le rendement en HE, qui est : $0.5 \text{ g} / 310 \text{ g} * 100 = 0.16 \%$

Les résultats obtenues montre que le rendement est de 0.16 % par contre, Selon Hzzit.M *et al.*, (2015) l'hydrodistillation des parties aériennes de cette plante, provenant de la région Tassala, a donné un rendement en huile essentielle de 0.8%. Par ailleurs, un rendement élevé de l'ordre de 4.5% a été obtenu par Belkassam *et al.*, (2011) du même espèce dans la région de Mila. ce qui est largement supérieur au rendement obtenu avec notre plante.

Notre échantillon a fourni un rendement très faible par rapport à ceux de la littérature.

Les conditions édaphoclimatiques, la période de récolte (floraison ou état végétatif) ainsi que les conditions d'entreposage sont souvent considérées comme responsables des variations de ces rendements en huiles essentielles.

IV.1.2. Aspect physique d'huile essentielle

Tableaux n°03 : Aspects physiques d'huile essentielle de *Ruta montana.L*

Paramètre :	Caractéristique :
Aspect	Liquide mobile
Couleur	Jaune pale
Odeur	Désagréable et prononcée

VI.1.3. Estimation de taux d'infestation initiale de varroa avant le traitement

Le comptage des individus de varroa morte avant le traitement nous a permet de calculer le taux d'infestation initiale dans les ruches destiné au traitement par le bio produit, les résultats ont montré dans le tableau ci-dessus :

Tableau n°04 : Taux d'infestation initiale de varroa avant le traitement dans les ruches R1, R2, R3, R4

Ruche	nombre de varroa mort après un mois	mortalité moyenne de varroa / jour	population de varroa estimé	population d'abeille estimée	taux d'infestation
R1	375	12,5	1125	42400	0,0265
R2	233	7,66	699	27680	0,0252
R3	217	7.23	650	27000	0.0240
R4	275	9.16	824	30100	0.0273
somme	1100	36.55	3298	127180	0,103
$\sum \pm \sigma$	$275 \pm 71,01$	$9.1375 \pm 3,42$	$824.5 \pm 213,31$	$31795 \pm 7194,08$	$0.02575 \pm 0,00091$

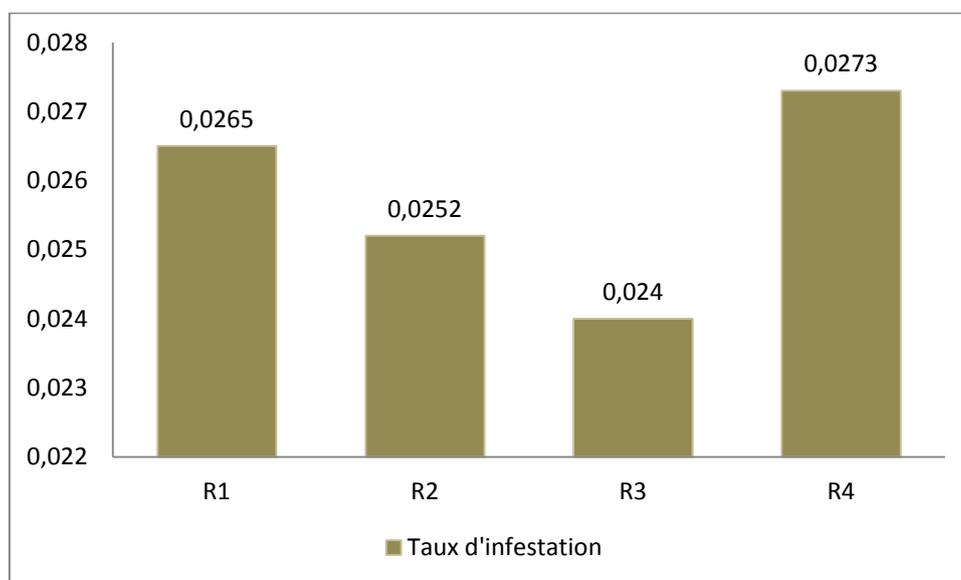


Figure n°16: Différence entre le taux d'infestation dans les quatre ruches

D'après le tableau n°06, et l'histogramme n°01, nous remarquons que les colonies des quatre ruchers sont parasitées par le varroa et présentent un degré d'infestation qui varie de 0.0265% à 0.0273%, soit une moyenne de 0.02%, (<5%).

Cette intensité de l'infestation est très hétérogène au niveau des ruches de cheptel et si on compare ces résultats à ceux présentés par plusieurs auteurs notamment Ritter; 1983 cité par Robaux (1986), les deux 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.

Si les ruches présentent une infestation assez élevée (entre 05% et 10%), les symptômes ne sont pas encore apparents, ces colonies risquent de passer un hivernage difficile si aucun traitement n'est planifié.

Dans le cas où ces colonies ont des symptômes évidents (>10%), et 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, les troubles sont surtout d'ordre morphologique et le renouvellement des abeilles n'est pas assuré avec un grand risque d'effondrement de la colonie.

Une ruche avec un taux d'infestation entre 20% et 30%, le nombre de varroa dépasse 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 et à durée de vie raccourcie.

Les ruches ayant un taux d'infestation élevé (>30%), la colonie est fortement atteinte et aucune technique de lutte n'est satisfaisante.

Face à cette situation, le contrôle et le traitement sont obligatoires pour éviter l'extension de cette maladie qui provoque un état sanitaire défavorable pour le bon conduit du cheptel.

IV.1.4. Evaluation de la mortalité de varroas des quatre ruches au cours de la période hivernal

Tableau n°05 : Evaluation de la mortalité de varroas des ruches R1, R2, R3, R4 au cours du période hivernal

Date du traitement	Nombre de <i>Varroa jacobsoni</i> mort au ruche R1 par 0.15% HE	Nombre de <i>Varroa jacobsoni</i> mort au ruche R2 par 0.25% HE	Nombre de varroa jacobsoni mort au ruche R3 par l'apivar	Nombre de varroa jacobsoni mort au ruche R4 Témoin
29/11/2018	270	50	165	39
05/12/2018	54	26	47	43
13/12/2018	24	71	38	64
20/12/2018	186	172	58	87
03/01/2019	61	154	10	54
10/01/2019	67	80	-	75
17/01/2019	100	151	-	129
24/01/2019	59	104	-	117

IV.1.5. Evaluation temporelle de nombre de *Varroa jacobsoni* mort au ruche témoin

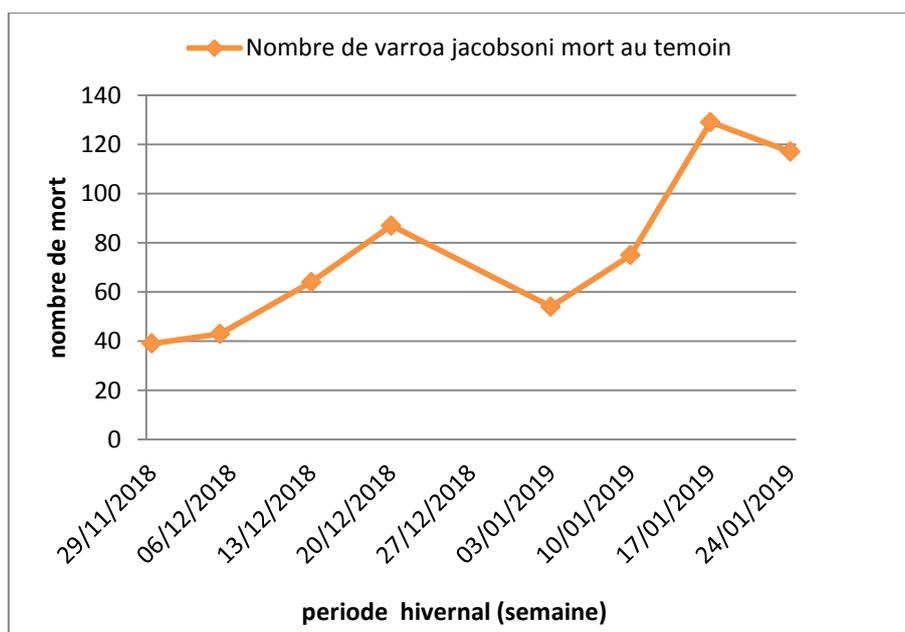


Figure n°17: Evolution temporelle de la mortalité de Varroa jacobsoni au ruche Témoin.

Interprétation

La figure n°01: a montré que la mortalité du varroa chez la ruche témoin est en croissance les 1ere semaines du traitement(de 39à 87) , elle arrive le pic après un mois du traitement, mais cette mortalité est faible est ceci revient à la période d'hivernage qui favorise à l'extension du Varroa, ensuit elle est diminue de (87 à 54) après six semaines suivie par une augmentation de 54 à 129 ceci revient au conditions météorologique car selon Le Conte,1998 , les températures élevées inhibent la reproduction de varroa donc la chute naturelle de ce parasite.

IV.1.6. Evaluation temporelle de nombre de *Varroa jacobsoni* mort après le traitement par le produit de synthèse Apivar

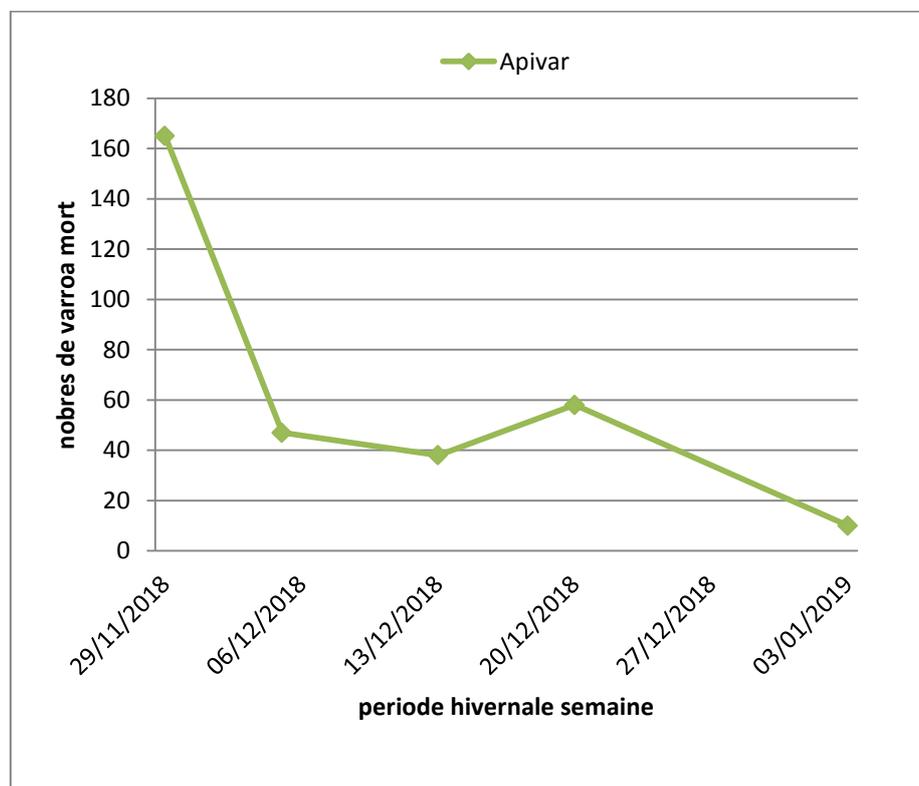


Figure n° 18: Evaluation temporelle de nombre de *Varroa jacobsoni* mort à la ruche traitée par l'Apivar.

Interprétation

La courbe n°02: montre une chute considérable au nombre de *Varroa* dans la 1^{er} semaine d'application du produit de synthèse Apivar, donc le parasite est sensible au produit qui a un effet précoce pour la lutte contre le varroa.

IV.1.7. Evolution temporelle de la mortalité de *Varroa jacobsoni* sous l'effet de 0.15% d'huile essentielle de *Ruta montana.L*

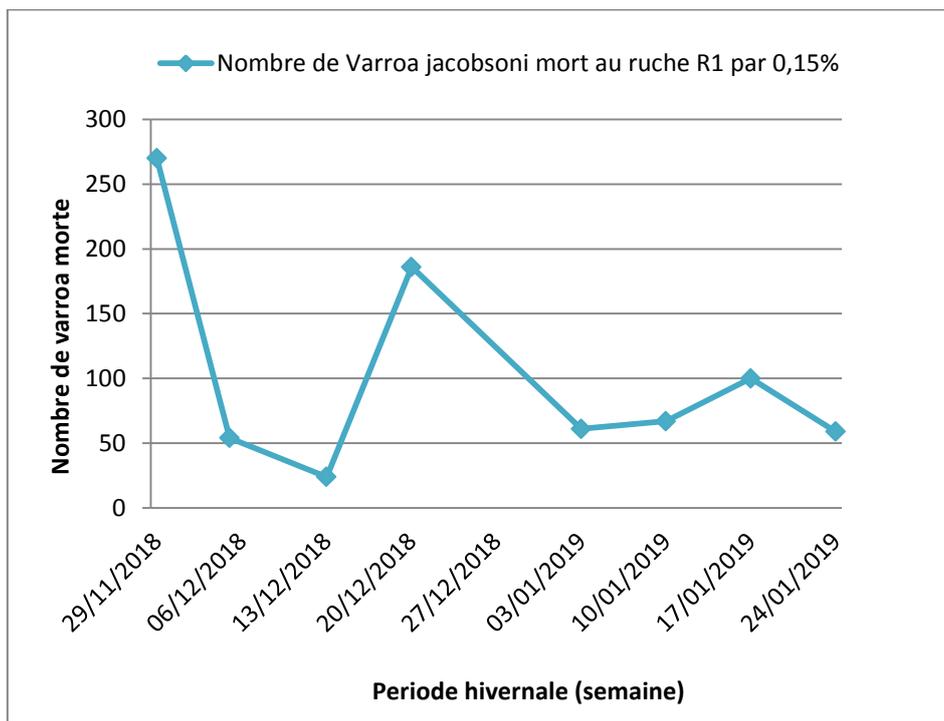


Figure n° 19: Evolution temporelle de la mortalité de *Varroa jacobsoni* sous l'effet de 0.15% d'huile essentielle de *Ruta Montana.L*.

Interprétation

La courbe n°03 a montré que la mortalité moyenne de varroa chez la ruche 01 est élevée elle est bien apparaitre par la 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 la mortalité moyenne des varroas notamment à partir de la 2^{ème} semaine. Le bilan du 1^{er} mois du traitement nous montrons deux pics de chute très importante au cours du 1^{er} traitement et au 4^{ème} traitement. Au fur et à mesure avec la population importante de d'abeille qui égale à 42400 d'individus.

L'effet acaricide le plus remarquable est bien apparaitre après le 1^{er} traitement.

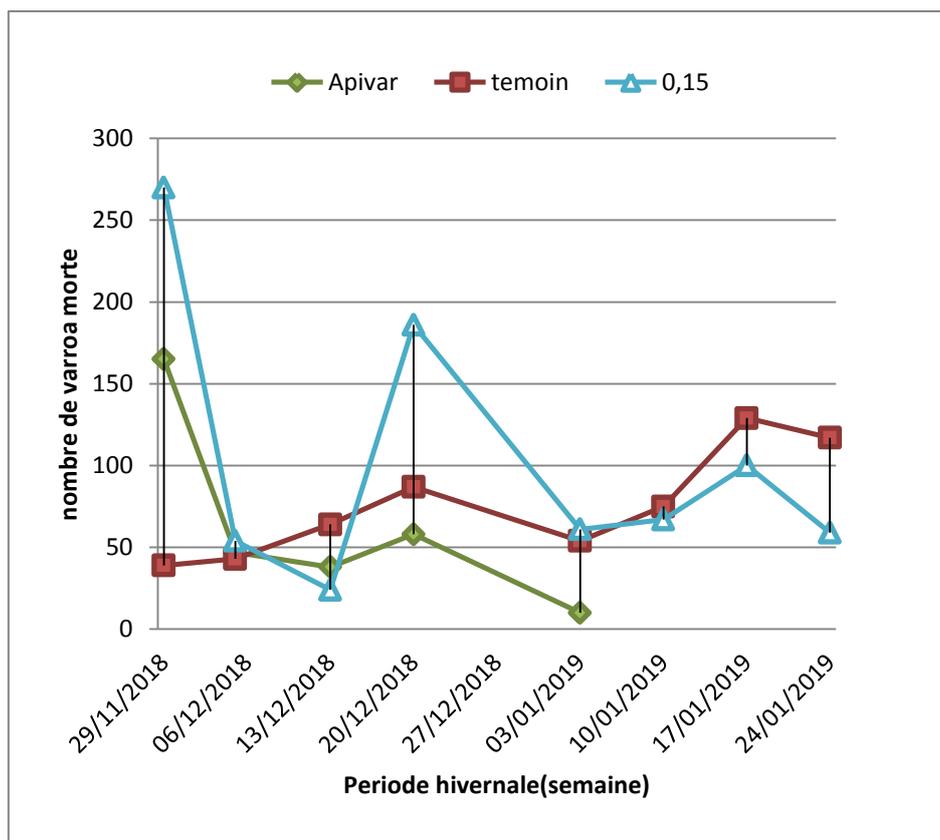


Figure n°20: Comparaison entre l'effet de Bioproduit à faible dose (0.15 %) par rapport à celle de l'Apivar et le témoin.

Interprétation

Les résultats reportés sur la figure, montrent que le produit de synthèse Apivar et le bioproduit bioproduits de *Ruta montana.L* présentent le même effet, où une chute d'effectifs est signalée (le taux de mortalité (71,51% pour l'Apivar et 80% pour 0.15% HE), dont l'HE de faible dose 0.15% est efficace dans la lutte contre le *Varroa jacobsoni*.

IV.1.8. Evolution temporelle de la mortalité de *Varroa jacobsoni* sous l'effet de 0.25% d'huile essentielle de *Ruta montana.L*

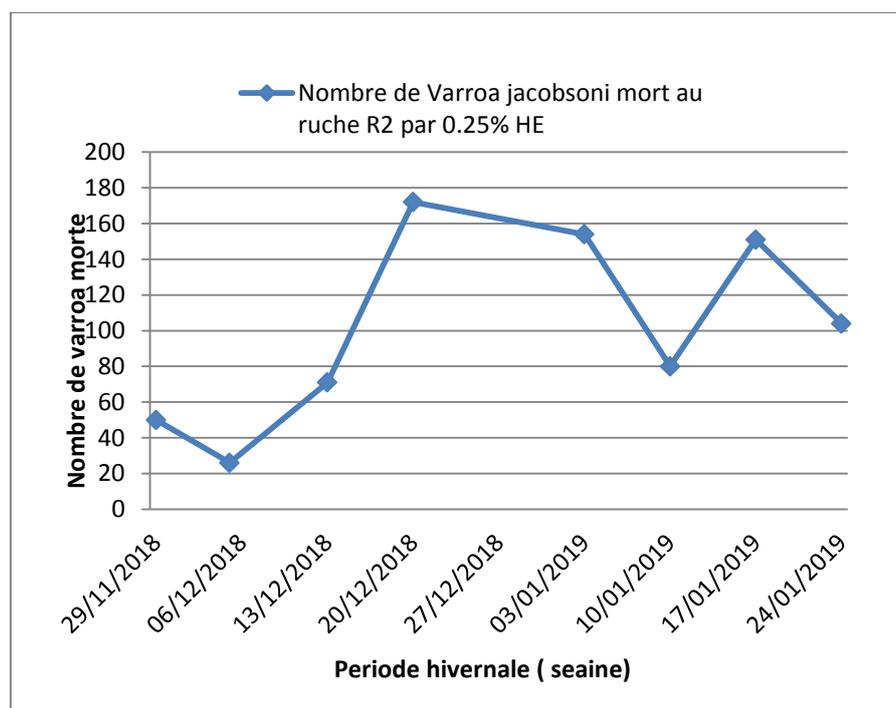


Figure n°21: Evolution temporelle de la mortalité de *Varroa jacobsoni* sous l'effet de 0.25% d'huile essentielle de *Ruta montana.L*.

Interprétation

Dès les quatre 1^{er} semaine du traitement on observe une faible mortalité de varroa de 50 à 71 après elle atteint le pic au 4^{eme} semaine avec un nombre de mortalité de 172 individus cela est due à la période hivernage qui favorise l'extension du Varroa, à partir du 4eme jusqu'au 8eme semaine de traitement le nombre de varroa mort reste élevé et stable et elle ressemble au témoin , alors on peut dire que ces résultat ne revient pas au traitement mais à la présence des conditions défavorable pour la croissance du varroa, donc l'effet acaricide à 0.25% est nulle.

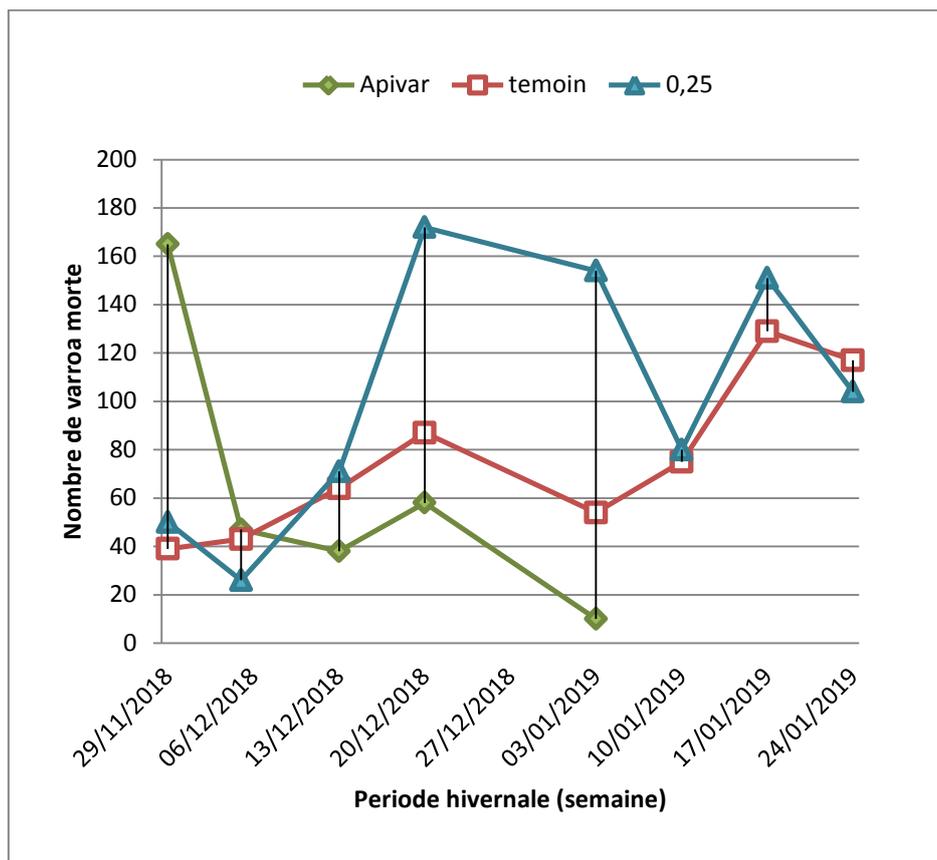


Figure n°22 : Comparaison entre l'effet de Bioproduit à faible dose (0.25 %) par rapport à celle de l'Apivar et le témoin.

Interprétation

Les résultats reportés sur le graphe, montre que l'efficacité de la dose 0.25 % de bioproduit formulé à base de *Ruta montana*.L ne présente aucun effet par rapport au produit de synthèse Apivar, par contre il est semblable à celui de témoin.

IV.2. Activité biologique d'huile essentielle de *Ruta montana*.L

IV.2.1. Sensibilité des souches étudiées à l'huile essentielle de la rue des montagnes (*Ruta montana* L.)

Les résultats obtenue de l'aromatogramme par la méthode de diffusion sur gélose nous a montré un effet variable d'une souche a une autre comme il est apparait dans la figure ci-dessous :



Figure n° 23: Sensibilité de *Bacillus subtilis* , *Staphylococcus aureus* , *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* au Huile essentielle de *Ruta montana*.L (Originale,2019).

Dans le but de confirmer nos résultats, nous avons effectuées deux répétitions pour chaque bactéries et levures comme ceci :

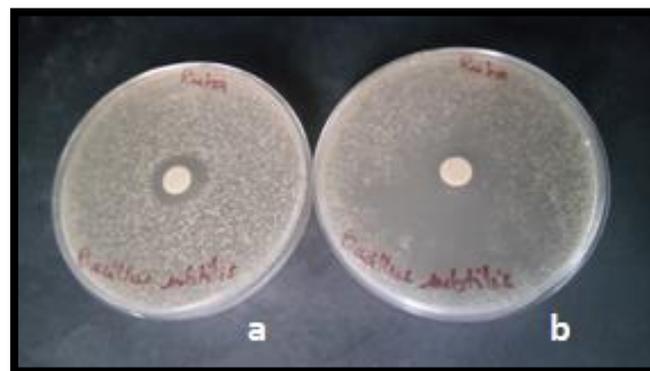


Figure n°24: Zone d'inhibition de huile essentielle de *Ruta montana*.L de la bacterie *Bacillus subtilis* (Originale, 2019).

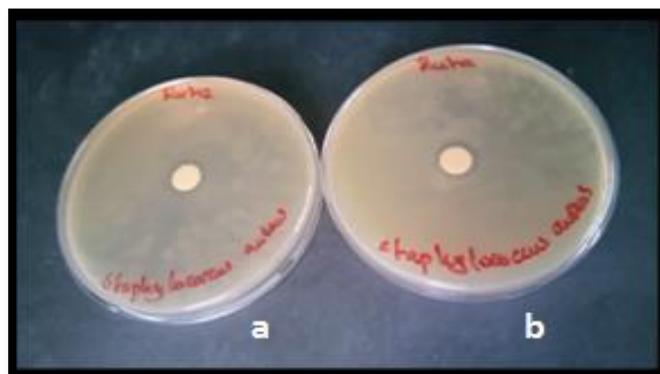


Figure n°25: Zone d'inhibition de huile essentielle de *Ruta montana*.L de la bacterie *Staphylococcus aureus* (Originale, 2019).

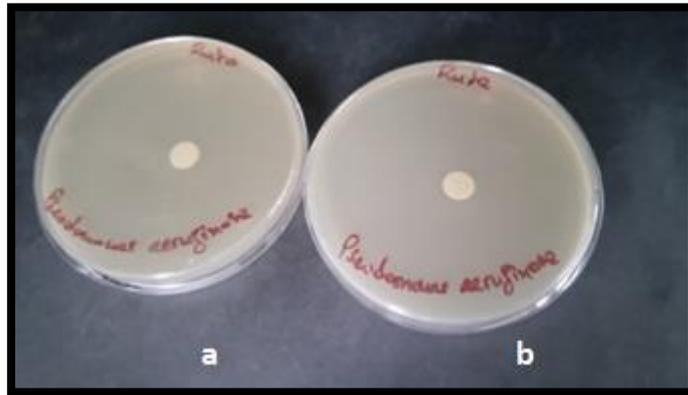


Figure n°26: Zone d'inhibition de huile essentielle de Ruta montana.L de la bacterie *Pseudomonas aeruginosa* (Originale, 2019).

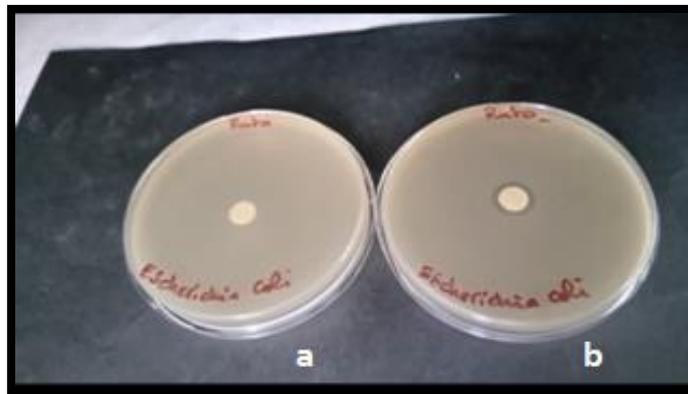


Figure n°27 : Zone d'inhibition de huile essentielle de Ruta montana.L de la bacterie *Escherichia coli* (Originale ,2019).



Figure n°28: Zone d'inhibition d'huile essentielle de Ruta montana.L de levure *Candida albicans* (Originale,2019).

La zone d'inhibition est mesuré et référencié selon Meena et Sethi (1994) et Ela et al (1996) dans le tableau n°07 ci-dessous qu'il montre la sensibilité des souches de bactéries gram + et gram – et levure contre l'huile essentielle de *Ruta montana.L.*

Tableau n°06: Diamètre de la zone d'inhibition d'huile essentielle de *Ruta montana.L* de quatre souches bactériennes et une levure.

Reference de diametres de zone d'inhibition	Bacteries /levure	Diametre de zone d'inhibition		Resultats
		Rep 1	Rep2	
≥28 fortement inhibitrice	<i>Bacillus subtilis</i>	20	19,5	Moderement inhibitrice
16-28 moderement inhibitrice	<i>Staphylococcus aureus</i>	12,5	13	Legerement inhibitrice
10-16 legerement inhibitrice	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<10	< 10	Resistante
<10 non inhibitrice	<i>Escherichia coli</i>	14	00	Legerement inhibitrice
	<i>Candida albicans</i>	17	17	Moderement inhibitrice

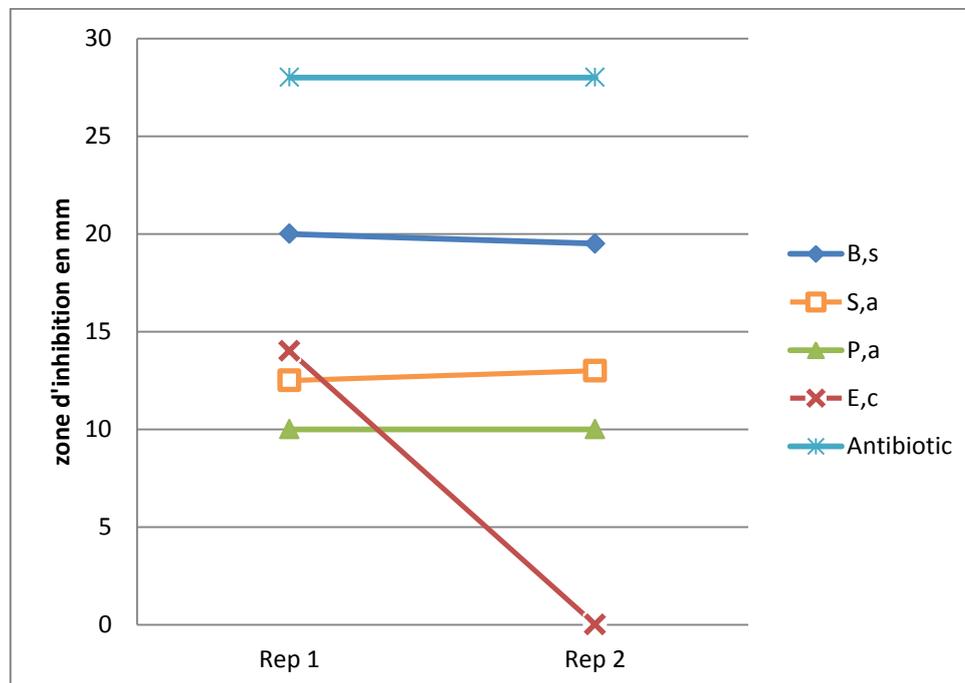


Figure n°29 : Comparaison entre l'activité biologique de huile essentielle de *Ruta montana.L* et l'antibiotique sur les bactéries de Gram+ et Gram-

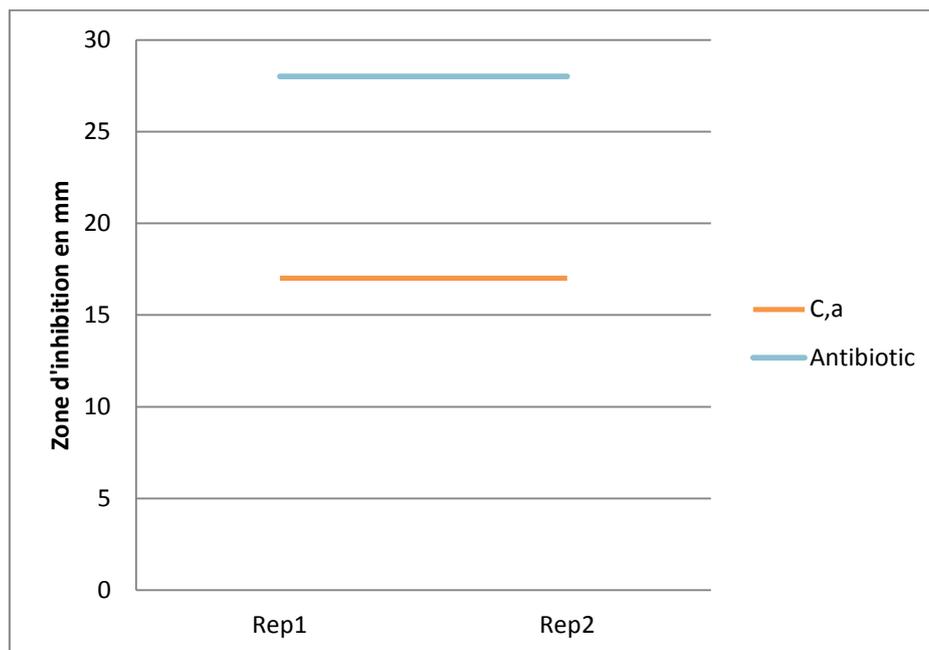


Figure n °30 : Comparaison entre l'activité biologique de huile essentielle de *Ruta montana* et l'antibiotique sur *Candida albicans*.

Interprétation

Les graphes n 07: et n 08: montre que l'huile essentielle de *Ruta montana.L* à l'état brute exerce une activité biologique sur les bactéries *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et la levure *Candida albicans* a dont il est modérément inhibiteur chez *Bacillus subtilis* et *Candida albicans* avec une zone d'inhibition de 19.75 mm au moyenne , et 17 mm respectivement , dans le cas de *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* l'action de l'HE est légère car la zone d'inhibition est inférieure à 16 mm selon les normes. En revanche, la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* apparaitre une résistance à l'huile car la zone d'inhibition est inférieure à 10 mm, les même résultats ont été trouvé par (Boumedienne & Agha, 2014), ces résultats explique l'activité variante de l'huile essentielle de *Ruta montana.L* sur les bactéries.

En effet, cette différence de résistance entre les deux souches vis-à-vis des huiles essentielles peut être liée directement à la nature chimique de la membrane externe de chaque souche, composée de lipopolysaccharides formant une véritable barrière imperméable aux composés hydrophobes (Boumedienne & Agha, 2014).

Conclusion

Au terme de ce travail qui a visé l'évaluation de l'efficacité d'une formulations biologique d'huiles essentielle du *Ruta montana.L* par comparaison à un produit de synthèse contre le principale bio agresseur de l'abeille tellienne, nous pouvons signaler que les résultats montrent que le produit formulé à faible dose 0.15 % et le produit de synthèse Apivar présente un effet précoce par rapport à la dose 0.25% de produit formulé. En revanche, le parasite de varroa n'apparaitre aucune sensibilité au bioproduit à 0.25% de *Ruta montana.L* , donc dès les sept 1^{er} jours la matière active de l'Apivar et le produits formulé à 0.15% exerce le même effet sur les individus de *Varroa jacobsoni*.

D'autre parts, l'étude qualitative de l'effet antimicrobien d'huile essentielle de *Ruta montana.L* à l'état brute par la méthode de diffusion sur gélose (aromatogramme) a montré une moyenne activité antimicrobienne de cette plante contre trois souches microbiennes (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*).

En perspectives, il serait donc intéressant de :

- Production d'un bio acaricide à base des huiles essentielles qui élimine plusieurs pathogène au même temps.
- L'augmentation du rendement d'arboriculture en Algérie
- Avoir des produits des ruches de qualité et sein des impuretés

Références bibliographique

- Ait soura, H. (2017).** Étude comparative des paramètres physicochimiques et propriétés antioxydantes des : gelée royale, miel, pollen, propolis et cire d'abeille Mémoire de fin d'études. pp:15
- Alloun, k. (2013).** Composition chimique et activités antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de l'aneth (*Anethum graveolens* L.), de la sauge (*Salvia officinalis*), et de la rue des montagnes (*Ruta montana* L.). EL-HARRACH, Technologie alimentaire, Alger. pp :5-50.
- Bakiri, E. (2018).** Abeilles sauvages et abeilles domestiques : Impact sur la biodiversité et la productivité. mémoire de fin d'études. pp:60.
- Bennaoum, Z., & Benhassaini, H. (2017).** Autoécologie et place des espèces du genre *Ruta* dans les formations végétales en Algérie nord-occidentale. mémoire de fin d'études.
- Berkani, M. L. (2013).** *Cours d'apiculture*. Harrach: école nationale supérieure d'agronomie. pp: 200.
- Bergheul, S. (2018).** *Etude de l'activité antimicrobienne et bioinsecticide de *Ruta chalepensis* L., *R. angustifolia* Pers. et *Haplophyllum tuberculatum* (Forsk.) A. Juss. vis-à-vis de quelques bioagresseurs de la culture de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).*
- Biri, M. (2010).** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Ed. De Vecchi. Paris. pp : 302.14-101p.
- Boumedienne, N., & Agha, O. (2014).** Contribution à l'étude de l'activité biologique d'une espèce du genre *Ruta* de Djebel Tessala (Algérie occidentale) et à la faisabilité d'un Plan de conservation. *Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master II* .pp: 80.
- Bourebaba, L., & Boulemredj, Z. (2012).** Activités antioxydant des polyphénols et de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis*. *Mémoire de Master* .pp: 60
- Cantin, J.-M. (2005).** Le pas à pas : la pose de langes graissés. *Abeilles et Fleurs* .pp200
- Choucha, H., & Kahoul, S. (2017).** Etude du pouvoir allélopathique d'huile essentielle de *Ruta montana* (L.) et de *Satureja montana* L. sur la germination des céréales et des quelques mauvaises herbes. *Mémoire de Master Académique* .pp54.
- Colin M., Tchamitchian M., Bonmatin J. M. & Di Pascal S., 2001.** Presence of chitinase in adult *Varroa destructor*, an ectoparasitic mite of *Apis mellifera*. *Experimental and Applied Acarology*, 25:947- 955.
- Darrigol, J.-L. (2017).** Apithérapie. pp: 79-155.

Djenadi,F., & Otsmane, R. (2018). Contribution à l'Etat de santé du Cheptel Apicole dans la région Est de la wilaya Ain Defla. Khemis Miliana, Biologie.pp:11-16

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

Esma, B. (2018). Abeilles sauvages et abeilles domestiques : Impact sur la biodiversité et la productivité.Memoire de fin d'etude.pp:60

FNOSAD la loque europeenne, la Santé de l'Abeille, n°253, pp :30 51.

Laid, B. m. (2013). *cours d'apiculture.* Harrach: ecole nationale superieure d'agronomie.pp:10

Laouar, S., & Sifer, H. (2013). Etude de l'activité antibactérienne de quelques huiles essentielles et l'effet de leurs associations avec les antibiotiques.Mémoire en vue de l'obtention de diplôme d'ingénieur d'état en génie biologique. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.pp:31.

Paterson, P. D. (2008). L'apiculture. *Quae,CTA, Presses agronomiques de Gembloux .* pp: 79-155.

Pénoél, D. D. (2010). *l'aromathérapie quantique .*

Prost JP., (2005). Apiculture : Connaître l'abeille. Conduire le rucher. Ed. J.B. Baillière.7e édition revue et complétée par Le conte Y. pp. 698.

Rouibi, A. (2016). efficacité de quelques acaricides sur le varroa et effets secondaires chez apis mellifera intermissa: aspects toxicologique, physiologique et biochimique. annaba, departement de biologie, algerie.pp:11

Tourneret, E. (Réalisateur). (2017). *Le Génie des Abeilles.*pp:200.

Ziani Borhane eddine, C., & Raab, Z. (2011). Composition chimique et activité biologique d'extrait de ruta montana. Mémoire en vue de l'obtention de diplôme d'ingénieur .Technologie Alimentaire. pp : 41-43-46

Winston M.L., 1993. La biologie de l'abeille / Mark Winston, trad. De l'anglais par Gustave Lamb Ermont. Ed. Frison-Roche, Paris.

Annex

1. Tableau de matériels utilisés dans l'expérimentation

Matériels de laboratoire	Réactifs chimique	Matériels apicole	Matériels végétale
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Clevenger ✓ Fioles jaugées de 500 ml, 100 ml ✓ Béchers 100 ml ✓ Baguette de verre ✓ Balance de précision 0.01 g ✓ Seringues 05 ml stériles ✓ Boîtes pétries ✓ Bande de papier buvard 20cm x 5 cm (deux bandes /plaque) ✓ Disques cellulositiques stériles de 09 mm ✓ Flacon de 50 ml ✓ Micropipettes stérile ✓ Pied de coulisse ✓ Anse stérile 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eau distillée ✓ Tween 80 ✓ Milieu Mueller Hinton, Sabouraud ✓ Apivar 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Combinaison apicole ✓ 04 ruches d'abeilles ✓ Lève cadre ✓ Enfumoir ✓ Plaque métallique 20cm x20cm ✓ Graisse ✓ Bande de papier buvard 20cm x 5 cm 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plante de <i>Ruta montana</i>. <i>L</i>

2. Calcul de 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 : $R = (P_B/P_A) \times 100$ dont :
- ✓ **R** : rendement de l'huile essentielle en %
- ✓ **P_B**: quantité de l'huile essentielle en g
- ✓ **P_A** : quantité de la plante en g

3. Mise en place d'huile essentielle sur les plaques métalliques graissées



4. Pose des disques sur le milieu gélosé



SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

**MATERIELS
ET METHODE**

CONCLUSION

INTRODUCTION

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

RESULTATS ET DISCUSSIONS