

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de BLIDA 1
Faculté de Technologie
Département de Génie des Procédés



Mémoire
En vue de l'obtention du diplôme de
Master en Génie des Procédés
Spécialité : Génie de l'environnement

Intitulé

Développement d'un procédé hybride anti-varroa (acaricide) à base des biomolécules stimulé par un diffuseur thermique dans la ruche des abeilles.

Présentée par :

OUAHIB IBRAHIM

Encadré par :

Promoteur : Professeur CHEKNANE BEN OMAR
Co-promotrice : Professeur ZERMANE FAIZA

ملخص

الهدف من مذكرة نهاية الدراسة هو تطوير عملية تتكون من انجاز ناشر حراري يتم تنشيطه بواسطة أشعة الشمس (طاقة متجددة) من أجل مكافحة الطفيلي (الفاروا) الذي يهدد خلايا النحل على وجه الخصوص. يتكون الناشر من دعامة حاملة مشربة بتركيبة تعتمد على خليط من المكونات الطبيعية (تكوين حيوي). في هذه الدراسة ، قمنا بالتحكم في تجربتنا مع الأخذ وظائف الأعضاء وعضوية الطبقات الثلاث للمستعمرة في الاعتبار فسيولوجيا وعضوية طفيلي الفاروا و البيانات الحرارية - العمال والذكور والملكة الوحيدة. كما أننا نتحكم في درجات الحرارة القصوى التي يدعمها كل جزء ، مع مراعاة درجة حرارة انصهار الشمع الاساس والتي يجب عدم تجاوزها ، وذلك لتحديد درجة الحرارة المثلى التي يتم استخدامها للقضاء على طفيلي الفاروا داخل حضنة النحل المغطاة دون الإضرار بالنحل والشمع. تم تحديد درجة الحرارة المثلى هذه من خلال متغير في تكوين المكونات المختلفة في الصيغة التي تؤثر بشكل مباشر على الجهاز العصبي طفيلي الفاروا. من خلال هذه الدراسة ، قمنا بالحصول على النتائج التالية: معدل كفاءة مثالي يتراوح بين 46 و 51٪ أثناء العلاج بشرائط التكوين الحيوي ، كما أظهرنا معدل 55 و 58٪ خلال العنصر الحراري في درجات حرارة مخرج الناشر: 72 و 75 درجة مئوية وفي النهاية أظهرنا تحسناً في معدل الكفاءة بنسبة 66 و 72٪ في درجات حرارة مخرج الموزع: 70 و 63 درجة مئوية دون الإضرار بالنحل ، ونتائجنا تم الحصول عليها تشجع على استغلال هذا في عملية مكافحة الفاروا في ميدان تربية النحل

Abstract :

The purpose of our dissertation was to develop a process consisting of a thermal diffuser activated by solar rays (renewable energy) in order to fight against a parasite (varroa) which threatens beehives in particular. The diffuser is composed of an inert support impregnated with a formulation based on a mixture of natural constituents (bioformulation). In this study, we controlled our trial taking into account the physiology and membership of the Varroa parasite (*Theropreferendum varroa*) and the physiology and membership of the three castes of the colony - the workers, the males and the sole queen. We also control the maximum temperatures that each part supports, taking into account the melting temperature of the embossed wax which must not be exceeded, and this to determine the optimum temperature which is used to eliminate the Varroa parasite inside capped brood bees without harming bees and wax. This optimum temperature has been determined by variant in the composition of the different constituents in the formula which directly affects the nervous system of the Varroa parasite-neurotoxic effect. Through this study, we have demonstrated the following results: An optimal efficiency rate between 46 and 51% during the treatment with the bioformulation strips, we also demonstrated a rate of 55 and 58% during the thermal element in the diffuser outlet temperatures : 72 and 75°C. And in the end we have demonstrated an improvement in the efficiency rate of 66 and 72% in the diffuser outlet temperatures are each: 70 and 63°C without harming the bees, The results of our are very obtained encourage to use this process as an anti-varroa mite.

Résumé :

L'objectif de notre mémoire de fin d'étude consiste au développement d'un procédé composé d'un diffuseur thermique activé par les rayons solaires (énergie renouvelable) afin de lutter contre un parasite (varroa) qui menace considérablement les ruches des abeilles. Le diffuseur est composé d'un support inerte imprégné par une formulation à base de mélange de constituant naturels (bioformulation). Dans cette étude, nous avons contrôlé notre procédé en tenant compte de la physiologie et l'appartenance du parasite Varroa (Thermopréféréndum de varroa) et la physiologie et l'appartenance des trois castes de la colonie - les ouvrières, les mâles et la seule reine Nous avons contrôlé aussi les températures maximales que chaque partie supporte, compte tenu de la température de fusion de la cire gaufrée qui ne doit pas être dépassée, et cela pour déterminer la température optimale qui sert à éliminer le parasite Varroa à l'intérieur de couvain operculée des abeilles sans nuire aux abeilles et à la cire . Cette température optimale a été déterminée en variant la composition des différents constituants dans la formulation qui agissent directement sur le système nerveux du parasite Varroa- effet neurotoxique. A travers cette étude, nous avons démontré les résultats suivants : Un taux d'efficacité optimale entre 46 et 51% lors du traitement par les lanières de bioformulation, nous avons aussi démontré un taux 55 et 58 % durant le traitement thermique dans les températures sortie diffuseur : 72 et 75 °C Et en fin nous avons démontré une amélioration du taux d'efficacité de 66 et 72 % dans les températures sortie diffuseur sont respectivement : 70 et 63 °C sans nuire les abeilles, Les résultats obtenus sont très encourageants pour exploiter ce procédé comme lutte anti-varroa.

Remerciements

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

Je voudrais dans un premier temps Remercier, Mr Cheknane Ben Omar d'avoir accepté d'être mon Promoteur, pour sa disponibilité et surtout ses judicieux Conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je remercie également toute l'équipe de laboratoire de recherche de Chimie physique des interfaces des matériaux appliqués à l'environnement en particulier

Ma co- promotrice professeure

Zermene Faiza elle m'a tout donné pour m'aider; Je voudrais remercier docteur EL MEHDI l'examinatrice du jury et tous les membres du jury pour leur temps et leur attention consacrés à ma présentation

Je remercier aussi professeur Said Noureddine et l'ingénieur Taib pour leurs interventions professionnelles dans, la partie pratique de mon projet. Je tiens à remercier tous les enseignants du Département de génie des procédés, en particulier professeur Badis .

Dédicaces

**À mes chers parents, ma famille,
Mes frères Smail , Merouanne et Bachir, ma sœur
Khittem**

Ma Chère Femme Meriem

Mes Fillettes : Maria, Asma et Hafsa

**Je voudrais aussi remercier ma tante Larbi Zahira qui
m'a tout donné pour m'aider**

Je remercie mes amis :Benyahiya ,Rafik Et Mohamed

Et tout ma reconnaissance

**Enfin, Je remercie tous ceux qui ont contribue de près
Ou de loin a la réalisation de ce travail.**

SOMMAIRE

Abstract	3
Remerciements	5
Dédicaces.....	6
Sommaire.....	7
Liste des figures	8
Liste des tableaux.....	9
Liste des abréviations.....	10
Glossaire	11

Introduction générale.....	14
----------------------------	----

chapitre 1

Synthèse bibliographique

1.1 Introduction	16
1.2 Pourquoi l'abeille est-elle un indicateur biologique ?	17
1.3 Pourquoi aider les abeilles	18
1.4 Présentation de l'abeille:- Apis mellifera intermissa	18
1.5 Structure d'une colonie d'abeille	20
1.6 Les castes de la colonie.....	22
1.7 Alimentation et durée de vie.....	25
1.8 Reproduction et cycle de développement	25
1.8.1 Œuf	26
1.8.2 Larve.....	26
1.8.3 Nymphe	27
1.9. Présentation du parasite de l'abeille:-LE VARROA	27
1.9.1 Morphologie de Varroa destructor.....	28
1.9.2 Cycle de vie du V. destructor	28
1.9.3 Facteurs influençant à l'entrée de la fondatrice dans le couvain.....	30
1.9.4 L'effet du varroa dans la ruche Sur l'abeille adulte.....	31
1.9.5 Surveillance des niveaux d'infestation par varroa.....	32
1.10. Contrôle chimique de la varroase	33
1.10.1 produits dont l'usage est autorisé	34
1.10.2 Produits en voie d'homologation	34
1.10.3 divers autres produits existants mais non homologués	35

Chapitre 2 Matériels et méthodes

2.1 Introduction	37
2.1.1 Principe de fonctionnement	37
2.2 Matériels utilisés	37
2.2.1 Matériels biologiques	38
A. Apis mellifera intermissa	38
B. L'acarien V. destructor	39
2.2.2. Matériels non biologiques	39
A. les ruchers	39
B. Matériel utilisé pour le prélèvement du varroa	40
C. Matériel utilisé pour la préparation de l'acaricide	40
D. Matériel utilisé pour la détermination de l'effet acaricide	41
E. Matériel utilisé pour la réalisation du système de chauffage diffuseur	42
2.3 Méthodes	43
2.3.1 Préparation de l'acaricide formulation	43
2.3.2 Mesure de pH de chaque formulation	44
2.3.3 L'effet de la concentration des différents constituants sur le pH	44
2.3.4 Préparation des plaquettes (lanières)	44
2.4 Préparation du système de chauffage de diffuseur et traitement thermique .	45
2.5 Traitement de la hôte (abeilles) par l'acaricide	45
2.6 Traitement par le procédé intégré (hybride)	46
2.7 Calcul des taux d'infestation	46
2.8 Calcul du taux d'efficacité	47
2.9 Calcul des taux d'infestation par roulement au sucre glace	47

Chapitre 3 Résultats & Discussion.....50

3.1 Les valeurs de pH des différentes formulations préparées	51
3.2 Résultats de traitement thermique sur la lutte contre le varroa	52
3.3 Résultats de traitement acaricide –biomolécules- sur la lutte contre le varroa	54
3.4.1 Résultats de traitement intégré sur la lutte contre le varroa	55
3.4 Discussion	56
Conclusion générale	57

Liste des références bibliographiques.....	58
Annexe	64

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 Préparation des formulations... ..	43
Tableau 3.1 Variation du ph des solutions préparées.....	51
Tableau 3.2 Résultats de traitement thermique sur la lutte contre le varroa.	52
Tableau 3.3 Résultats de traitement acaricide –biomolécules- sur la lutte contre le varroa	54
Tableau 3.4 : Résultats de traitement intégré sur la lutte contre le varroa.....	55

LISTE DES FIGURES:

Fig 1.1 Les diverses relations entretenues par Apis mellifera avec son environnement (Nathalie KOZIOL et al 2010).....	18
Fig 1.2 La ruche pleine aux abeilles avec des rayons mobiles de cire verticaux parallèles Rucher OUAHIB IBRAHIM.....	20
Fig 1.3 Ruches avec hausses à Mitidja prêtes pour la transhumance Rucher OUAHIB IBRAHIM.....	21
Fig. 1.4 Provision (miel) + couvain operculé – Rucher OUAHIB IBRAHIM.....	21
Fig. 1.5 couvain operculé fermé -Rucher OUAHIB IBRAHIM	23
Fig. 1.6 Ouvrières: Apis mellifera intermissa Rucher OUAHIB IBRAHIM.....	24
Fig. 1.7 Les castes de la colonie Winston 1987.....	25
Fig.1.8 Les œufs et les larves dans le couvain ouvert – Rucher OUAHIB IBRAHIM.....	27
Fig.1.9 Développement de l'abeille Winston 1987.....	27
Fig.1.10 Les différents stades développement du V. destructor (Rosenkrans et al., 2010)....	28
Fig. 1.11 Rencontres sanitaires apicoles – 10 mars 2020 Fanny – Cycle de vie du V. destructor-) Mondet INRAE –France 2020.....	29
Fig.1.12 Sebastian Gisder INRAE France rencontres sanitaires apicoles 2020.....	31
Fig. 2.1 - Apis mellifera intermissa – originale Rucher OUAHIB IBRAHIM	37
Fig. 2.2 Varroa mites feed on a honey bee larva. New MSU research is exploring the fertility of the notorious mite, a pest that is devastating honeybee populations worldwide. Credit: Zachary Huang, Michigan State University.....	38
Fig. 2.3 Rucher Tala Oudenn –Bougara _ originale de rucher OUAHIB BRAHIM.....	39
Fig. 2.4 Rucher ferme pilote OUED ALAYEGUE	39

Fig. 2.5 Les huiles essentielles utilisées dans les formulations	41
Fig. 2.6 Matériel utilisé pour la réalisation du système de chauffage diffuseur.....	41
Fig. 2.7 Diffuseur préparation.....	45
Fig. 2.8 Préparation des plaquettes lanières.....	46
Fig. 2.9 Traitement par lanières imprégnés dans la solution l'acaricide	48
Fig. 2.10 Calcul des taux d'infestation par EasyCheck.....	49
Fig. 3.1L'effet de la concentration des différents constituants sur le sur le pH	50
fig.3.2 Simulation de données climatiques et météorologiques.....	53

Liste des abréviations

A . M I : Apis Mellifera Intermissa.

A.M.M : Autorisation de Mise sur le Marché

V.D : Varroa Destructeur

C .O : couvain ouvert

C. F : couvain fermé

A . O : acide oxalique

HE : huile essentielle

HE AB : huile essentielle de l'armoise blanche

KBV : Kashmir bee varroa .

DWV : Deformed wing virus

INRA : institue nationale de la recherche en agronomie France

GLOSSAIRE

Couvain operculé: (fermé):

Après quelques jours, les ouvrières vont « operculé » les alvéoles contenant les larves. Ces dernières vont alors pouvoir passer du stade de larve à celui de nymphe. La durée de ce stade dépendra de la destinée de l'abeille : 5 jours pour une reine, 10 jours pour une ouvrière et 11 jours pour un mâle.

Cire gaufrée :

La cire gaufrée est une mince feuille de cire que l'apiculteur introduit dans le cadre et sur laquelle les abeilles construisent le rayon. L'apiculteur évite ainsi aux abeilles d'avoir à construire ces fondations elles-mêmes, ce qui leur demanderait beaucoup d'énergie.

Colonie :

Ensemble des abeilles vivant dans une ruche, comprenant la reine, les ouvrières et les faux bourdons .

Dard : Organe de défense situé à l'extrémité de l'abdomen, utilisé par les ouvrières pour Repousser les prédateurs.

Dimorphisme : différence d'aspect du mâle et de la femelle d'une même espèce.

Essaim : c'est un paquet d'abeilles sortant spontanément d'une ruche parentale pour former une nouvelle colonie. La vieille reine part avec l'essaim quelques jours avant l'émergence des reines vierges qui combattent entre elles pour le droit à continuer le processus de reproduction de la vieille colonie.

Essaimage : c'est la méthode de reproduction d'une colonie chez les abeilles mellifères. La reine et approximativement la moitié des ouvrières d'une colonie quittent rapidement la ruche parentale et s'envolent vers un site proche à l'air libre. Là elles se mettent en grappe tandis que les éclaireuses partent à la recherche d'une cavité convenable pour y établir le nid. Finalement toutes les abeilles s'envolent vers ce site de nidification.

Fausse teigne : une mite dont les larves détruisent les cadres en creusant des galeries dans la cire à la recherche de nourriture.

Miellée : Une période d'intense sécrétion de nectar par les plantes pendant laquelle une colonie d'abeilles mellifères est capable de produire le plus de miel.

Phéromone : substance produite par la reine des abeilles contribue au bon fonctionnement de la colonie.

Propolis : substance résineuse produite à la base des bourgeons de certains arbres. Stigmates : Ouvertures des trachées, situées sur les côtés du thorax et de l'abdomen.

Transhumance : Déplacement des colonies d'abeilles d'un endroit à un autre au cours d'une saison pour profiter de plusieurs miellées.

Introduction générale

Introduction Générale :

L'apiculture est un secteur important de l'économie agricole, tant par le rôle joué par les populations d'abeilles dans la pollinisation que dans la production de miel. Pendant la dernière décennie le secteur de l'apiculture a été affecté par de graves problèmes sanitaires signalés dans le monde entier. Les études scientifiques entreprises n'ont pas permis de déterminer la cause exacte de ce phénomène. Le rapport scientifique de l'EFSA « Bee mortality and bee surveillance in Europe » a clairement montré le déficit de données épidémiologiques objectivables pour analyser ce problème dont l'étiologie est multifactorielle : utilisation de produits phytosanitaires systémiques, facteurs pathologiques parasitaires viraux ou bactériens, insuffisance de traitements appropriés, prolifération d'espèces envahissantes, stress liés à des changements dans l'alimentation et les conditions climatiques, diminution de la biodiversité agricole et forestière, importation non maîtrisée de reines.[1]. Dans son environnement, l'abeille est soumise à divers facteurs tels que les Prédateurs, les bactéries, les champignons, les parasites, les résidus des pesticides [02], agissant seuls ou en synergie et contribuant à l'affaiblissement et à la mortalité des colonies d'abeilles (Bien qu'elles possèdent des moyens de défenses contre les maladies, tels que le comportement hygiénique ou la production de substances antimicrobiennes [04],

Les colonies d'abeilles souffrent toujours d'un certain nombre de maladies [05] dont la plupart peuvent causer des dommages aux colonies d'abeilles [06]

Parmi les maladies de l'abeille domestique, la varroase. Cette dernière qui est une maladie parasitaire grave et contagieuse de l'abeille et de son couvain[07], est causée par le parasite, *Varroa destructor* qui est considéré comme[08], une des plus sérieuses menaces d'origine biologique pour *Apis mellifera* [09] , Les femelles d'acariens qui parasitent les abeilles se nourrissent par ponction de l'hémolymphe des abeilles du couvain et surtout des adultes qu'ils utilisent pour leur dispersion[10]. Dans les colonies d *A. mellifera*, les acariens se reproduisent dans les cellules d'ouvrières et de mâles du couvain [11]. Divers travaux ont montré que les acaricides utilisés dans la lutte contre le varroa entraînaient des modifications dans la signalisation cellulaire. Les pyréthrinoïdes (fluméthrine, fluvalinate) perturbent l'ouverture des canaux sodium voltage dépendant[12] et les formamidines (amitraze) agissent comme agonistes des récepteurs d'octopamine dans les synapses excitatrices du système nerveux des arthropodes[13]. On se base dans notre projet sur le développement d'un procédé acaricide lutte anti varroa car ce parasite est cité comme un facteur majeur d'affaiblissement et surmortalités des colonies.

Notre procédé est basée sur la création d'un diffuseur thermique étudiée et contrôlée sur la base de la physiologie et l'appartenance du parasite Varroa (Thermopréférendum de varroa) et des trois castes de la colonie - les ouvrières, les mâles et la seule reine et les températures maximales que chaque partie supporte, compte tenu de la température de fusion de la cire gaufrée qui ne doit pas être dépassée, de sorte que la température optimale doit être atteinte comme premier objectif pour éliminer le parasite Varroa à l'intérieur de couvain operculée des abeilles sans nuire aux abeilles et à la cire . Parallèlement à cela, nous visons également dans cette invention à atteindre des degrés La température minimale qui permet aux biomolécules de s'évaporer qui agissent directement sur le système nerveux du parasite Varroa- effet neurotoxique.

Afin de structurer notre mémoire, nous avons adopté le plan de travail suivant :

Une première partie théorique relative aux généralités sur les abeilles, le parasite varroa , le cycle de vie de la varroa , les facteurs de développement de ce parasite, les effets du varroa sur les abeilles ,les traitements anti-varroas .

Un deuxième chapitre qui concerne la présentation du matériels et méthodes utilisés afin de réaliser notre procédé.

La troisième partie englobe l'ensemble des résultats obtenus ainsi que leurs discussions. Nous finalisons notre mémoire par une conclusion générale.

CHAPITRE 1
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralités sur les abeilles

1.1. Introduction

L'une des stratégies envisagées pour l'évaluation d'un impact environnemental est celle des indicateurs biologiques. [14], On sait à présent que tout organisme, vivant dans son propre écosystème, est le résultat des conditions physiques, chimiques et biotiques du milieu dans lequel il se développe. Et seuls quelques organismes - pour des caractéristiques qui leur sont propres - peuvent être utilisés comme indicateurs de pollution. D'une manière générale, on peut dire que les seuls organismes qui peuvent être utilisés à cet effet sont ceux que l'on trouve facilement, présents à des densités élevées, sensibles au polluant objet de l'enquête et qui présentent des symptômes permettant de remonter à la cause à partir de là, il est aisé de comprendre l'intérêt que revêtent les indicateurs biologiques pour la communauté scientifique : ils offrent en effet une grande capacité de synthèse et fournissent des indications réelles à grande échelle à partir de quelques données très simples. Par ailleurs, il convient de souligner que les indicateurs biologiques sont peut-être les seuls instruments à même de signaler les effets conjugués induits par des groupes de polluants qui interagissent dans un même milieu. Les indicateurs biologiques conservent en outre une sorte de mémoire du dommage subi et sont par conséquent capables de fournir une projection du passé récent et de l'avenir immédiat. Un grand nombre des caractéristiques susmentionnées se retrouvent dans un insecte qui accompagne depuis toujours la vie des hommes : l'abeille (*Apis mellifera*). Cet insecte est surtout connu pour la production du miel, l'ancienne nourriture des dieux, mais il est le promoteur de nombreuses autres substances telles que pollen, cire, gelée royale, propolis et venin.[15]

1.2 Pourquoi l'abeille est-elle un indicateur biologique ?

Les liaisons entre la ruche et le biotope sont très étroites. L'abeille trouve dans l'environnement proche de la colonie une grande partie de la matière première dont elle a besoin. Son butinage n'est efficace que dans un rayon moyen de 3 à 4 km. C'est dans cet espace d'une dizaine de km² que l'essaim devra trouver l'eau, le nectar ou le miellat, le pollen et la propolis nécessaire à sa croissance. La nature des miels récoltés dépendra des caractéristiques du biotope. L'abeille récolte également du pollen et de la propolis qui est prélevée sur les arbres. Elle agit comme un piège et capture toutes les particules présentes dans l'environnement. L'étude des différents produits de la ruche confirme que l'on peut y retrouver de faibles traces de polluants présents dans l'environnement (métaux lourds, polluants phytosanitaires agricoles). [15]. L'abeille est un maillon indispensable au fonctionnement de certains écosystèmes. Par son

comportement, les apiculteurs sont souvent les premiers alertés de certaines perturbations environnementales. C'est un excellent bio-indicateur de l'environnement et une sentinelle remarquable.

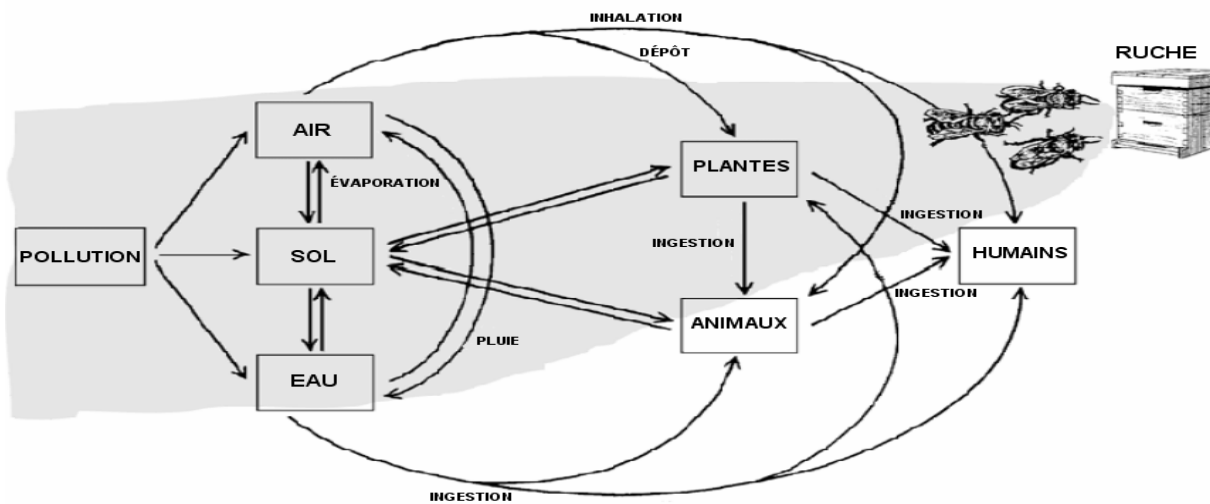


Figure 01.1 Les diverses relations entretenues par *Apis mellifera* avec son environnement

[16]

1.3 Pourquoi aider les abeilles :

Depuis la nuit des temps, les abeilles domestiques et les abeilles sauvages offrent un service de pollinisation gratuit et irremplaçable qui contribue activement au développement et à la sauvegarde de notre biodiversité et de notre alimentation. Près de 84% des espèces cultivées en Europe (fruits, légumes, légumineuses fourragères utilisées pour l'alimentation des herbivores, plantes oléagineuses comme le colza ou le cacaoyer) dépendent directement des pollinisateurs et plus particulièrement des abeilles.

Un tiers des colonies d'abeilles meurt en moyenne chaque année en raison de l'agriculture intensive, des maladies, des prédateurs invasifs et enfin plus globalement du bouleversement climatique.

1.4 Présentation de l'abeille:- *Apis mellifera intermissa*:-

Apis mellifera intermissa, appelée communément Abeille tellienne du nom de l'Atlas tellien, est une sous-espèce d'abeilles maghrébines de couleur noire. On la retrouve en Algérie, au Maroc et en Tunisie. L'abeille algérienne appartenant à la lignée Africaine A est représentée par *Apis mellifera intermissa*[17] et *Apis mellifera sahariensis*[18]. La race *intermissa* est la plus répandue

et son aire de répartition s'étend sur toute l'Afrique du Nord, du Maroc à la Tunisie [19]. Elle est peut être essaimeuse, bonne productrice de miel et agressive , Apis intermissa, souvent décrite comme abeille sans intérêt, prouve qu'elle a de nombreuses ressources qui lui permettent de résister au varroa, coléoptères de la ruche. Cette espèce d'abeilles résiste au climat méditerranéen. Elle résiste aux fortes chaleurs estivales, supporte les hivers rigoureux. En été, pendant les fortes chaleurs, sa gestion de la colonie est exceptionnelle. En effet, elle s'adapte à la variation de températures comme aucune autre abeille. Elle passe l'hiver en montagne pour être transhumée dans la steppe saharienne sur une saison qui dure dix mois. De fait, une abeille exceptionnelle.[20] Sa position systématique est la suivante:

Règne : animal

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 (Buttel-Reepen, 1906)

L'abeille domestique *A. mellifera* est un invertébré de la famille des Apidés, qui

Possède six pattes et deux paires d'ailes. Elle n'a pas de squelette interne mais dispose d'une enveloppe externe faite de chitine (exosquelette).

Son corps comprend trois parties bien distinctes: la tête, le thorax et l'abdomen. Elle possède deux paires d'ailes membraneuses couplées par des crochets, des pièces buccales de type broyeur- lécheur, un cerveau bien développé et une parthénogenèse

1.5 Structure d'une colonie d'abeille:

D'après Le Conte (2002), toute colonie se regroupe dans une ruche. Celle-ci est composée de rayons de cire verticaux plus au moins parallèles (figure 1.1 .1.2.1.3), formé sur les deux faces d'une juxtaposition de cellules hexagonales. Ces alvéoles abritent au centre le couvain et à la périphérie les provisions (le pollen et le miel) qui seront consommés ou stockés par les ouvrières magasinieres pour l'hiver.



Figure 1.2 Photo originale de la ruche pleine d'abeilles avec des rayons mobiles de cire verticaux parallèles.



Figure 1.3. Photo originale montrant des Ruches avec hausses à Mitidja vers la Wilaya d'EL BAYED .

Un nid fonctionnel composé de milliers d'alvéoles hexagonales en cire qui lui procure une interface pour les diverses interactions entre les individus. Le nid est aussi une structure optimale pour l'évolution de la colonie, pour le développement larvaire et le stockage de pollen et de miel [21]. Chaque colonie est composée:

- Des individus adultes ou (castes): une seule reine; plusieurs milliers d'ouvrières et quelques centaines de faux .
- Bourdons males



Figure 1.4. Photo originale montrant des Ruches - Provision (miel) + couvain operculé.

1.6 Les castes de la colonie:

Dans une ruche se loge la colonie d'abeilles. C'est un 'super organisme' constitué d'une et une seule reine – femelle -, de nombreuses ouvrières – femelles - de faux bourdons – mâle, et de couvain (œufs, larves, ou nymphes). La taille de la colonie varie suivant les saisons : elle est plus importante pendant les périodes où les ressources sont abondantes, afin d'emmagasiner le plus de provisions possibles. Elle diminue dès que les jours déclinent, et se trouve à son niveau le plus bas au cœur de l'hiver, afin de minimiser la consommation de miel. Cependant, elle ne doit pas être trop faible, car ce sont les abeilles d'hiver qui relanceront la colonie au printemps.

La colonie d'abeille est composée de 30 000 à 50 000 individus avec environ 95% d'ouvrières et 5 % de mâles ou faux-bourdons. Le nombre varie suivant les saisons et selon la race, les qualités génétiques et l'âge de la reine [22] . Ces individus correspondent à la descendance d'une mère unique, la reine. Celle-ci est totalement investie dans la reproduction comme en témoigne son abdomen hypertrophié. Elle pond jusqu'à 2 000 œufs par jour [23] . Les mâles haploïdes résultent du développement d'un ovule non fécondé par parthénogenèse arrhénotoque. Les femelles résultent d'œufs fécondés et sont diploïdes [24]

-Du couvain: désigne l'ensemble des formes immatures de l'abeille au cours de son développement (œufs , larves et nymphes):

-Couvain ouvert : qui est constitué des œufs et des larves dont la durée de vie est respectivement 3 et 5 jours pour toutes les castes.

-Couvain operculé (figure 1.4 1.5) : correspond au stade nymphal. Les alvéoles renferment les nymphes sont couvertes par une mince couche de cire produites par les ouvrières cirières. La durée de ce stade diffère d'une caste à une autre. Elle est de 7 jours pour la reine, 13 jours pour l'ouvrière et 16 jours pour le mâle .Le couvain d'ouvrières et les quelques alvéoles de reines se situent au centre du nid, tandis que le couvain de faux-bourdons se trouve en périphérie.



Figure 1.5. Photo originale montrant des Ruches couvain operculé (fermé)

A. Reine:

La reine est entourée par des ouvrières qui lui prodiguent les soins nécessaires, en la nourrissant avec une nourriture riche lui permettant d'assurer ses rôles principaux. Son premier rôle de pondreuse est indispensable à la survie de la colonie. A l'intérieur de son abdomen se trouvent deux ovaires de taille importante ainsi qu'une spermathèque ou réserve de spermatozoïdes faisant de la reine une puissante « machine à pondre ». Son deuxième rôle, permet la cohésion de la colonie par le biais des phéromones régulant la physiologie et le comportement des ouvrières [25]. Seule femelle fertile de la colonie est unique. Diploïde, elle résulte d'un œuf fertilisé [26]. Elle se différencie par une taille plus grande, un abdomen très développé, un thorax plus volumineux que celui des ouvrières et une langue de taille réduite. Elle est totalement dépourvue des organes spécialisés qui caractérisent les ouvrières. Elle ne peut récolter elle-même la nourriture (qui lui est fournie par les ouvrières). Elle est nourrie à l'état larvaire exclusivement avec de la gelée royale [27]. Seule la reine pond des œufs susceptibles de générer une descendance pour assurer la pérennité de la colonie. Sa durée de développement est de 16 jours [28] et peut vivre jusqu'à plusieurs années [29].

B. Ouvrières:(femelles non reproductives):

Elles résultent d'œufs fertilisés [26] et représentent la très grande majorité de la population (figure 1.2). Elles sont caractérisées par une langue développée qui leur permet la récolte du nectar, des pattes dotées de brosses et d'une corbeille pour la récolte du pollen. Leurs ovaires sont atrophiés mais peuvent dans certaines circonstances pondre des œufs qui ne

donneront naissance qu'à des faux bourdons [30]. Leur durée de développement est de 21 jours[31] Leur activité varie au cours de leur vie: nourrices, nettoyeuses, sécrétrices de cire, butineuses de pollen et de miel,... etc. Leur nombre assure, en outre, la régulation thermique de la colonie. Les ouvrières ont une espérance de vie de 15 à 70 jours pour les abeilles d'été et de 170 à 243 jours pour celles d'hiver [29] .L'ouvrière, occupera plusieurs fonctions au cours de sa vie : nettoyage de la ruche, soins au couvain et à la reine, production de cire, construction de rayons, butinage, défense de la ruche. Toutes ces tâches peuvent être inter changées au besoin de la colonie.[32]



Figure 1.6. Photo originale montrant des ouvrières: *Apis mellifera intermissa* (femelles non reproductives):

C. Faux bourdons: Les mâles:

Haploïdes, ils dérivent d'œufs infertilités, pondus par la reine ou par les ouvrières [26]. Ils sont caractérisés par un corps plus trapu et une taille plus grande que celle des ouvrières. Ils possèdent aussi des yeux composés de surface plus importante mais pas de dard. Leur organe buccal étant atrophié, ils ne peuvent pas se nourrir et dépendent entièrement des ouvrières pour l'alimentation [33] .La tâche essentielle des mâles est d'assurer la reproduction (fécondation des reines vierges). En outre, ils peuvent aussi aider à réchauffer le couvain ou à répartir le nectar. Il a été découvert

Également que leur rôle dans la pollinisation des arbres fruitiers était assez important [34]. Leur durée de développement est de 24 jours [28] et dépassent rarement une durée de vie de 60 jours [35]. Les mâles sont nourris par les ouvrières et ne s’approvisionnent pas directement sur les fleurs. Leur principale fonction est l’accouplement qui a lieu au printemps après l’essaimage, et parfois en cours d’été en cas de la mort d’une reine ou d’épuisement des réserves en spermatozoïdes.[36]

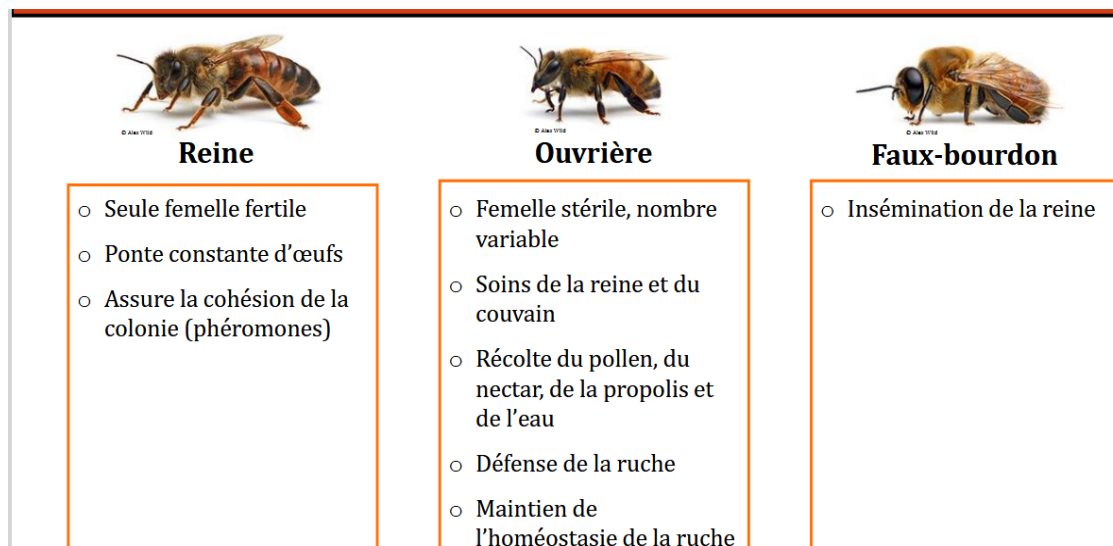


Figure 1.7. Photo montrant Les castes de la colonie

1.7 Alimentation et durée de vie:

Au cours des premiers jours qui suivent l’éclosion, les jeunes abeilles

Consomment du pollen en abondance. En même temps, la teneur en azote dans le corps de l’abeille passe de 2 à 3 mg par abeille [37]. Les jeunes abeilles ont besoin de protéines du pollen pour la constitution des organes internes tels que la glande nourricière, les corps adipeux et la musculature de vol [38]. La durée de vie de l’abeille dépend de cette consommation de pollen. Si les jeunes abeilles ne peuvent consommer ce pollen, leur durée de vie se réduit [39].

1.8 Reproduction et cycle de développement:

Le cycle de vie annuel de la colonie d’abeilles débute en fin d’hiver, quand la

colonie commence à se développer. Comme tout organisme, le but principal de la colonie est de se reproduire pour se développer [40]. Pendant l’hiver, les abeilles se regroupent au centre de la

colonie et forment une grappe pour maintenir une température adéquate de survie dans la ruche. A la fin des mois froids, une centaine de jeunes ouvrières sont produites. Quand les premières floraisons commencent, des milliers de cellules sont alors utilisées pour élever des larves [41]. Durant le printemps, la colonie a une croissance maximale pouvant atteindre 80 000 individus [42]. Après la fécondation de la reine par plusieurs mâles, elle devient capable de pondre des œufs dans les cellules des rayons. Les œufs donneront des ouvrières et des reines, et seule l'alimentation détermine la caste de ces individus [43]. La reproduction de l'abeille passe par trois états : embryonnaire ou l'œuf, larvaire et nymphal .

1.8.1 Œuf:

L'œuf pondu est un bâtonnet blanc de 1,5 mm de long et de 0,5 mm de Large, son poids est de 0.13 mg [44]. Il est collé par son extrémité effilée, au fond de l'alvéole où la reine l'a déposé [43]. (Voir Figure 1.8)

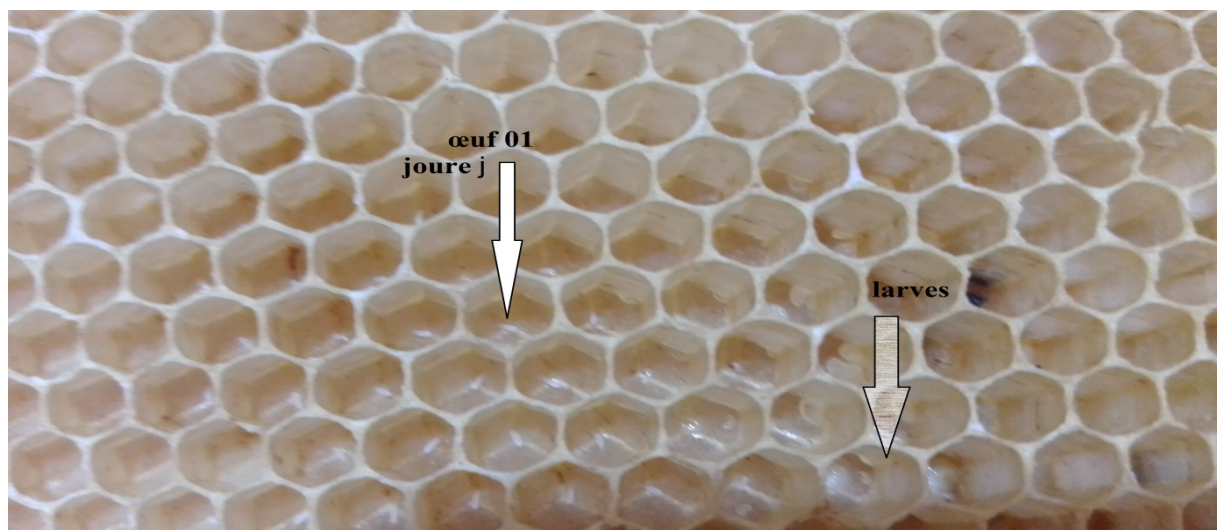


Figure 1.8. Photo originale montrant des œufs et les larves dans le couvain ouvert.

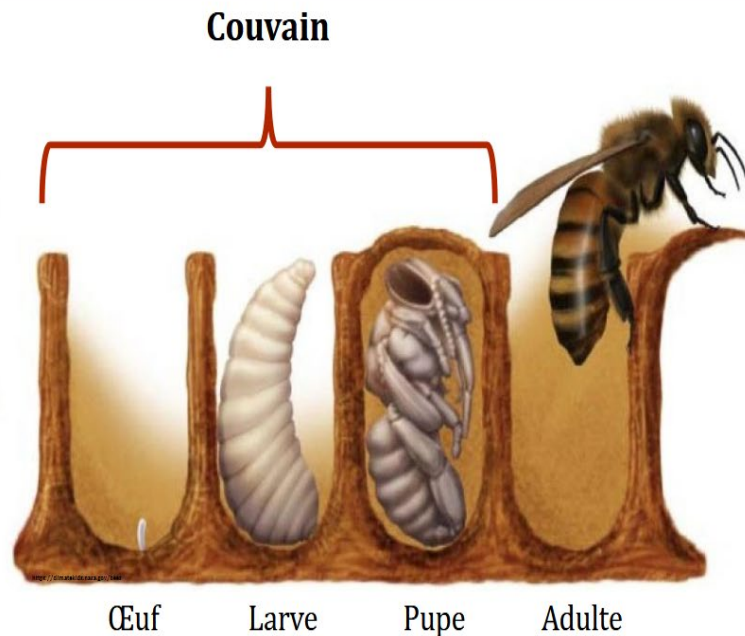
1.8.2 Larve:

La larve éclot de l'œuf trois jours après la ponte (figure 1.8) . Elle évoluera pour devenir une ouvrière, une reine ou un mâle (PROST et LE CONTE, 2005). La larve mesure environ 106 mm, son poids est de 0,1 mg (VANDAME, 1996). Elle est plus petite que l'œuf , et couchée au fond de l'alvéole dans une gouttelette de gelée royale. La durée de vie larvaire d'abeille dépend de sa caste. En moyenne, elle est de 5 jours et 1/2 pour une reine et 6 jours pour une ouvrière. Lorsqu'il s'agit d'un mâle, la durée est de 6 jours et [43]

1.8.3 Nympe:

Après le 9ème jour, la larve commence sa transformation en nympe.

Après un temps variable selon la caste, la nympe mue pour donner naissance à l'adulte qui ronger l'opercule et sort de l'alvéole [43, 24].



Winston, 1987

Figure 1.9 montrant le développement de l'abeille .

1.9 Présentation du parasite de l'abeille:-LE VARROA:

En 2000, Anderson et Trueman distinguent *Varroa destructor* de *Varroa jacobsoni* sur des critères morphologiques et génétiques. Le varroa est un acarien ectoparasite d'*Apis cerana* et d'*Apis mellifera*[45]. Le varroa que l'on trouve sur les abeilles adultes est une femelle. Il se présente sous forme d'un disque bombé dorsalement, aux contours elliptiques et de couleur brun-roux (Fernandez & Coineau, 2002). Il est généralement installé sur l'abeille entre les segments, Ou se trouve une membrane très mince, facile à perforer pour prélever l'hémolymphe [41,46].

1.9.1 Morphologie de *Varroa destructor*:

Les femelles sont visibles sur les abeilles adultes fixées sous les tergites et les sternites. Elles ont un corps fortement sclérosés, d'une forme elliptique aplatie, de 1170 μm sur 1700 μm de large. Elles ont un grand bouclier dorsal mais plusieurs plaques ventrales. Des poils sont présents sur les différentes parties du corps. Les mâles sont très différents. Leur corps est en forme de poire et a une couleur variable allant du jaune clair au blanc. Il ne mesure qu'entre 750 et 930 μm de long et entre 700 et 910 μm de large. Il n'est présent que dans le couvain.



Figure 1.10. Photo montrant le changement de couleur de la varroa en fonction de l'âge (Rosenkrans et al., 2010)

1.9 .2 Cycle de vie du *V. destructor*:

Dans les colonies d'*Apis mellifera*, les acariens se reproduisent dans les cellules du couvain des ouvrières et des faux bourdons [47]. Le succès reproducteur de l'acarien sur *A. mellifera* est corrélé avec la durée de l'étape d'operculation de son hôte, qui est la plus longue pour les faux bourdons, intermédiaire pour les ouvrières et, courte pour les reines [48].

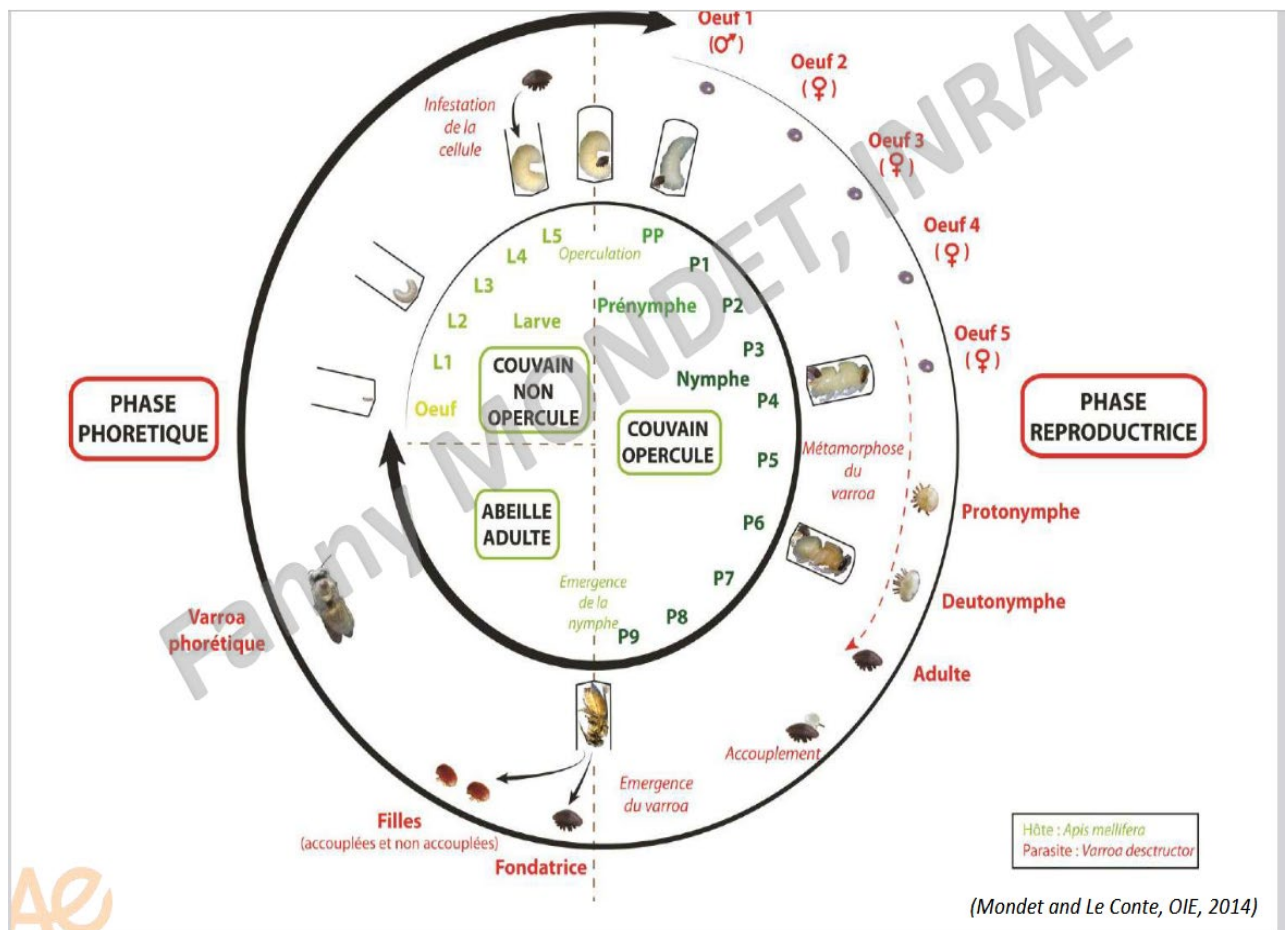


Figure 1.11. Photo montrant le Cycle de vie du V. destructor

La femelle fondatrice quitte l'ouvrière qui la transporte et se glisse sous la larve 20 heures avant l'operculation des cellules chez les ouvrières et 40h avant chez les faux bourdons [49]. La femelle passe entre la larve et la paroi de la cellule et progresse jusqu'à la gelée larvaire [50] où elle va s'immerger [51] ce qui lui permet d'être à l'abri des attaques des abeilles. Le premier œuf qu'elle pondra, donnera naissance à un male et les suivants donneront tous naissance à des femelles (Fernandez & Coineau, 2002). La ponte, la fécondation et le développement des acariens se reproduisent 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-WalkGunn, 2001).

1.9.3 Facteurs influençant à l'entrée de la fondatrice dans le couvain:

Plusieurs types de signaux interviennent lors de l'attraction du varroa par l'abeille, en particulier des signaux chimiques, thermiques et vibratoires

[53] .Plusieurs auteurs ont mis en évidence l'influence de certains facteurs sur l'entrée De la fondatrice dans le couvain.[52] il s'agit de:

A. Facteurs éthologiques:

Afin d'entrer dans le couvain, la fondatrice doit se trouver à quelques millimètres seulement de la cellule (alvéole). Pour ce faire, la femelle préfère les abeilles nourrices qui sont en contact avec le couvain .D'autre part, les cellules de couvain de faux-bourçons sont plus attractives que celles des ouvrières . Alors que les cellules royales sont moins infestées grâce à l'action répulsive de la gelée royale y présente [52].

B- Facteurs chimiques:

Ont mis en évidence l'attractivité de trois esters [53] (le palmitate de méthyle, le palmitate d'éthyle et Linoléate de méthyle) pour le varroa par la larve L5 de l'abeille. Ces substances (kairomones) sont sécrétées par le couvain pour déclencher l'operculation des cellules. Dans les couvains de mâle et d'ouvrière, la sécrétion de ces kairomones est très faible chez les jeunes larves puis s'intensifie peu avant l'operculation de la cellule. Cependant, le couvain de la reine sécrète une quantité importante de l'oléate de méthyl qui est répulsif pour l'acarien. [52]

C - Facteurs mécaniques:

La taille des alvéoles du couvain ainsi que la distance entre la larve et le bord de la cellule influencent sensiblement l'infestation. De ce fait, la fondatrice manifeste une nette préférence pour le couvain du mâle [52]

D - Facteurs thermiques:

Les facteurs thermiques jouent également un grand rôle dans l'attractivité de varroa .En effet, selon LE CONTE et ARNOLD (1988) [53], le thermopréférendum du varroa qui est compris entre 31,3 et 34,2°C correspond bien à la température du couvain d'abeilles et à la température

du corps des ouvrières (32,4°C sur le thorax et 31°C sur l'abdomen). Par contre des températures très élevées inhibent sa reproduction,[52 ,53].

1.9.4 L'effet du varroa dans la ruche Sur l'abeille adulte:

Pour voir si une ruche a des varroas, il n'est pas nécessaire de voir directement les parasites. Différents symptômes peuvent nous alerter.

A. Une faible activité:

Kralj et Fuchs ont réalisé une étude en 2006, où ils regardent les temps de retour à la ruche des butineuses en fonction de l'infestation. On peut voir que le groupe d'abeilles infestées a la médiane de retour à la ruche la plus haute mais toutes les abeilles ne semblent pas affectées. Cette latence de retour à la ruche est expliquée par un problème d'orientation des abeilles parasitées. Ces problème d'orientation avec les autres éléments que nous allons voir conduisent à une plus faible activité sur les abeilles fortement infestées.

B. Peu de production:

L'INRA a étudié la performance sur la production de colonies en fonction de leur charge en varroas. Cette charge a été calculée par une mesure de varroas sur les abeilles adultes. On parle de varroas phorétiques. la pression en varroas a un impact sur la production à partir d'une infestation de 3%. Il est intéressant de noter que la production a été divisée par 2 pour les niveaux d'infestations au dessus de 15%.

C. Des abeilles avec des ailes déformées:

En 2005, l'étude de Shen a regardé la présence de virus comme le Kasmir Bee Virus (KBV) Deformedwing virus (DWV). Ces deux virus sont pathogènes pour les abeilles. On peut voir que la présence de varroas conduit à une forte densité de virus chez les abeilles



Figure 1.12. Photo montrant les abeilles déformées

La photo 1.12 montre à gauche une abeille saine et à droite une abeille infectée par le DWV. On peut voir que ce virus conduit à une forte déformation des ailes des abeilles. Ce symptôme est à l'origine de son nom. La présence de varroas va donc favoriser le DWV, ce qui va conduire à la déformation des ailes des abeilles.

1.9.5. Surveillance des niveaux d'infestation par varroa:

Surveiller le niveau d'infestation de ses ruches par Varroa est important à différents titres :

- Pour définir son programme de traitement,

- Pour surveiller l'efficacité des traitements mis en place,

- Pour détecter les colonies les plus sensibles aux attaques.

Différentes pratiques existent, nous en citons ici quelques-unes, pour plus de détail, il faut renvoyer les apiculteurs aux nombreuses fiches techniques qui existent sur le sujet.

A. Comptage des chutes naturelles de varroa:

Cette pratique permet de compter les varroas tombés au fond des ruches (vivants ou morts). On place sur le fond de la ruche ou idéalement sous le plateau totalement grillagé du fond de la ruche, des langes blancs (carton, plastique fin) découpés à la dimension du fond de la ruche et recouverts d'un enduit gras (huile, vaseline). Tous les 3 jours, les varroas tombés sont comptés et le linge remplacé, ceci 3 fois, pendant 9 jours. On obtient ainsi : $\text{total varroas comptés} / \text{nombre de jours} = \text{nombre moyen de varroas} / \text{jour}$ (une correction de 30 % est à faire si utilisation de plateaux Nicot1

B. Comptage par méthode au sucre glace:

Cette méthode non létale permet de comptabiliser les varroas phorétiques présents sur les abeilles. On prélève 300 abeilles (42 g) proche du couvain (et non pas sur les cadres de rives), en faisant attention de ne pas prélever la reine ! Bien les enrober dans le sucre glace puis secouer énergiquement le flacon muni d'un grillage très fin au-dessus d'un saladier d'eau. Le sucre est alors dissous, les varroas pourront être comptés. Diviser par 3 le nombre total de varroas comptés pour ramener le total à 100 abeilles.

C. Comptage par testeur varroa au CO2:

Même méthode que précédemment avec un prélèvement de 300 abeilles, une pression de CO2 permet d'anesthésier les abeilles, il faut secouer énergiquement quelques secondes et compter les varroas tombés ; diviser ce nombre par 3 pour ramener le total à 100 abeilles. Cette méthode est aussi non létale pour les abeilles.

Le but des traitements est de baisser la pression parasitaire. Il existe 6 matières actives pour le traitement du varroa et 13 produits ayant obtenu une AMM, 8 sont utilisables en apiculture biologique.

1.10 Contrôle chimique de la varroase:

1.10.1 produits dont l'usage est autorisés :

A. Acide formique 65%

- Produit retrouvé naturellement dans le miel et divers autres aliments
- efficace pour le traitement de l'acariose
- serait efficace contre le varroa en développement dans le couvain
- pas de développement de résistance
- charge de travail pouvant être élevé.
- peut être dangereux à manipuler (nécessite précautions particulières)

B. Apistan (fluvalinate):

- Pyréthroïde synthétique imprégné dans une languette de plastique polymère
- Premier pesticide en usage en apiculture pour contrer la varroase.
- résistance du varroa à ce pesticide confirmée en 2003.
- effets adverses notés sur la survie et la quantité de faux-bourdon dans la ruche.
- Augmente la mortalité d'abeilles adultes

- très toxique pour la faune aquatique

1.10.2 Produits en voie d'homologation :

A. Acide oxalique (dihydrate):

Produit corrosif utilisé dans l'industrie du textile et comme nettoyant

L'acide oxalique, constitue une alternative intéressante en remplacement des acaricides chimiques du fait de son action acaricide efficace à l'encontre de *V. destructor* [56]. Il est aussi naturellement présent dans le miel [57] et son utilisation [56] ne pose pas de problèmes de résistance et de contamination des produits de la ruche [58]. Le mode d'action de l'acide oxalique contre *V. destructor* est encore inconnu, mais un contact entre cet acarien et l'acide oxalique est nécessaire pour obtenir une efficacité de ce traitement [59]. L'acide oxalique est efficace à l'encontre de *V. destructor* quand il est administré en solution sucrée, permettant une bonne adhésion des produits actifs aux abeilles. Par contre, dilué dans l'eau seulement, il ne présente aucun effet sur l'ectoparasite [60]. La majorité des tests a montré la grande efficacité de l'acide oxalique et sa bonne tolérance par l'abeille [61]. Néanmoins, l'acide oxalique n'est pas sans danger pour les abeilles et des recherches ont montré sa toxicité envers *A. mellifera* [62]

- trois modes d'application possibles :

- dégouttement,
- Sublimation
- bandes

A.1 Désavantages :

- produit corrosif, dangers lors de contact cutané et d'inhalation: des mesures de

Sécurité strictes sont à suivre pour son utilisation.

- inefficace sur le varroa en développement dans le couvain (efficacité variant de

30-40 % en présence de couvain). [63]

NB : en Algérie l'acide oxalique disponible dans le marché qui est vendu chez les quincailleries générales– ou la majorité des apiculteurs le prene - n'est pas purifiée et contient des résidus et des métaux lourds, pour cela n'est pas destiné à usage apicole, c'est un sel utilisée pour multi usage industrielle : nettoyage, agent anti-colmatage, agent désinfectant...etc. et malheureusement nos apiculteurs ont largement consommée ce type d'acaricide à cause des raisons économiques et manque de sensibilisation vis-à-vis les risques liées aux résidus et métaux lourds .

B. Thymol:

Produit classé comme étant une huile essentielle tirée d'une plante, le thym

Son mode d'action est par évaporation et contact; la température environnante devrait être au moins 15 °C durant tout le traitement pour être efficace

- efficacité peut varier entre 60 et 98 % (maximale en absence de couvain) [63]

- peu toxique pour l'abeille.

- pas de résistance rapportée

- pas d'effet sur les varroas dans le couvain operculé

- peut laisser un goût résiduel dans le miel si mal utilisé. se trouve dans le marché sous les appellations suivantes :

- **Apiguard** : formulation en gel (12,5 g de thymol par barquette)

-**Apilife Var** : sous forme de tablette de vermiculite dont l'ingrédient actif est le thymol combiné à de l'eucalyptol, menthol et camphre

- **Thymovar** : éponge contenant 15 g de thymol.

1.10.3 divers autres produits existants mais non homologués :

A. Amitraz (Apivar):

Un des premiers acaricides pour lutter contre la varroase; produit sous forme de bandelettes (Apivar™); mode d'action par contact; peu toxique; soluble dans la cire mais volatil et instable dans le miel; phénomène de résistance possible.[63]

B. Flumethrin (Bayvarol):

Pesticide imprégné dans une bandelette à insérer dans la ruche; peu toxique pour l'abeille; peu de problème de résidus dans le miel; phénomène de résistance croisée avec le fluvalinate.[63]

CHAPITRE 2
MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.- Matériels et méthodes:

2.1 Introduction :

Dans cette partie, nous présentons le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation de notre travail.

2.1.1 Principe de fonctionnement:

L'élaboration de notre procédé est basée sur l'exposition de la ruche pleines des abeilles aux deux systèmes de traitement de lutte anti-varroa: c'est un procédé intégré pour traiter le varroa par double actions l'une est thermique et l'autre chimique en travaillant en synergie, le procédé thermique consiste à traiter le varroa à l'intérieur du couvain operculé selon le mécanisme suivant : nous exploitons les données de thermopréférence du varroa, nous générons la température maximale que le Varroa ne peut pas supporter et qui ne nuit pas aux abeilles grâce au système de chauffage que nous avons inventé de la base de la ruche au sommet en passant par le nid d'abeille, en tenant compte de la température maximale à laquelle la cire fait pas fondre et le deuxième procédé consiste à traiter le varroa en dehors du couvain par l'inhalation des biomolécules diffusés par notre système de chauffage sous l'effet neurotoxique des huiles essentielles sur le varroa.

2.2. Matériels utilisés:

2.2.1 Matériels biologiques:

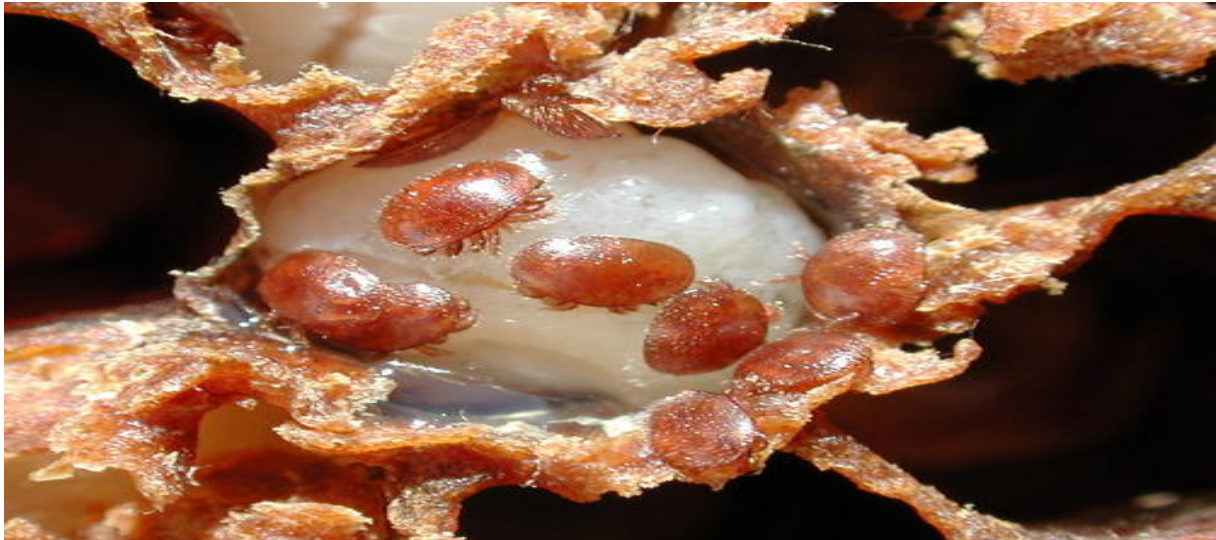
A. Apis mellifera intermissa: ils sont des ouvrières de l'abeille locale (A. mellifera). Voir la figure 2.1



Figure 2.1. Photo originale montrant les Apis mellifera intermissa

B . L'acarien V. destructor :

La photo de l'acarien destructeur est donné dans la photo suivante (Figure 2.2)



**-Figure 2.2. Photo montrant le Varroa Destructeur sur la larve de
Apis mellifera intermissa**

Ref ; Zachary Huang, Michigan State University

2.2.2. Matériels non biologiques

A. Les ruchers:

Les expérimentations ont été réalisées dans deux de nos ruchers (ruchers OUAHIB) dans deux régions différentes de la wilaya de Blida, le premier rucher contient 21 ruches qui nous avons –installées à Bougara dans la zone de Tala Oudenn et le deuxième rucher contient 25 ruches a Oued Alleug dans la ferme pilote, où plus de 45 ruches ont été mises à notre disposition lors des expérimentations (Figure2.3 et Figure 2.4).



**Figure 2.3. Photo originale montrant le Rucher
Tala Oudenn –Bougara .**



Figure 2.4. Photo originale montrant le Rucher ferme pilote OUED ALLEUG .

B. Matériel utilisé pour le prélèvement du varroa:

Les matériels utilisés pour le prélèvement du varroa sont :

- **Loupe** : permet de différencier les varroas adultes des immatures.
- **Pince** : elle sert à retirer les pupes d'abeilles et les acariens varroa.
- **Boîtes de pétri** : employer pour collecter le varroa prélevé des nymphes.

C. Matériel utilisé pour la préparation de l'acaricide (Formulation) :

Les matériels utilisés pour la préparation de l'acaricide sont les suivants :

- Béchers gradués.
- Bécher cylindriques gradués.
- Papier filtre.
- Micropipettes : de 0.1 à 2,5 µl pour le pipetage des huiles.
- Pipettes.
- Pipettes jaugées.
- Agitateur magnétique.
- Balance.
- pH mètre – testo 206- .
- huile essentielle de l'armoise blanche-Artemisia herba-alba de Msila: fournisseur: BIO-GENIE EURL.
- huile essentielle de l'armoise blanche -Artemisia herba-alba de Gouilea -Ghardaia fournisseur: BIO-EXTRAPAMAL SPA Hamid Chikhi.
- huile essentielle d'eucalyptus Globulus (fournisseur SARL Zeitipharm).
- huile essentielle d'eucalyptus Radiata(fournisseur SARL Zeitipharm).
- ThymolFormule : $C_{10}H_{14}O$,masse molaire : 150,22 g/mol ,point d'ébullition : 232 °C ,solubilité : (20 °C) très soluble dans l'éthanol, (fournisseur SARL import/exportSidalimSakher)
- Ethanol à 96 %
- Fiole
- Des plaquettes à carton prisee.
- Camphre .



Figure 2.5. Photo originale montrant les huiles essentielles utilisées.

D. Matériel utilisé pour la détermination de l'effet acaricide :

L'effet acaricides a été réalisé en utilisant le matériel suivant :

- Ruche Langstroth à 10 et 08 cadres mobiles.
- Plateaux anti varroa Langstroth et trappe a pollen 5 mm.
- Appareille de comptage et suivi de l'infestation par le parasite varroa : VarroaEasyCheck fournisseur : Vété-Pharma –France –
- Loupe .

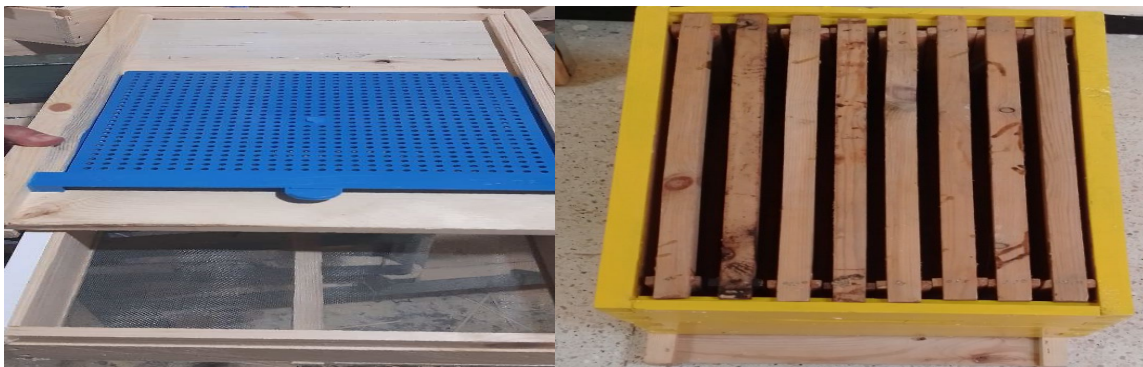


Figure 2.6. Photo originale montrant le Matériel utilisé pour la détermination de l'effet acaricide .

re 2.6. Photo originale montrant le Matériel utilisé pour la détermination de l'effet acaricide .

E. Matériel utilisé pour la réalisation du système de chauffage diffuseur

Le chauffage de diffuseur est réalisé en utilisant le matériel suivant :

- Ruche à 08 cadres avec deux plateaux superposées isolées.
- Résistance 100 w
- Câbles 2.5 mm
- Prise
- Régulateur de température (thermocouple) .
- Thermomètre visé laser testo 830-T1
- Thermomètres a sondes testo105, testo106.

2.3. Méthodes :

2.3.1. Préparation de l'acaricide à base des huiles essentielles :

A. Mode opératoire:

Le protocole de préparation de la formulation de l'acaricide consiste à suivre les étapes ci-dessous :

- A l'aide d'une balance, on pèse les quantités de thymol de 5g ,10 g et 12.5 g.
- On transvase le thymol dans une fiole jaugée.
- On ajoute de l'éthanol jusqu'à le trait de jauge.
- On met la solution sous l'agitateur magnétique de façon à dissoudre la totalité du thymol et on ajoute 100ml de l'eau distillée et les autres quantités des huiles essentielles comme indiqué dans le tableau suivant:

Tableau 2.1 préparation des formulations :

	Thymol	HE Armoise	Camphre	Ethanol	HE eucalyptus radiata	HE eucalyptu globulus	Eau distillé
Formulation 1	5 g	1 ml	0.150 g	10 ml	0 ml	0 ml	100 ml
Formulation 2	10 g	1 ml	0.150 g	10 ml	0 ml	0 ml	100 ml
Formulation 3	12.5 g	1 ml	0.150 g	15 ml	0 ml	0 ml	100 ml
Formulation 4	10 g	1 ml	0 g	15 ml	1 ml	0 ml	100 ml
Formulation 5	10 g	1 ml	0 g	15 ml	1 ml	1 ml	100 ml
Formulation 6	12.5 g	1 ml	0 g	15 ml	1 ml	1 ml	100 ml
Formulation 7	12.5 g	2 ml	0 g	15 ml	1 ml	1 ml	100 ml

Formulation 8	12.5 g	3 ml	0 g	15 ml	1 ml	1 ml	100 ml
Formulation 9	10 g	2 ml	0 g	15 ml	1 ml	1 ml	100 ml
Formulation 10	10 g	2 ml	0 g	15 ml	2 ml	2 ml	100 ml

2.3 .2 Mesure de pH de chaque formulation:

Il est important de mesurer le pH des différentes formulations préparées afin assurer leurs stabilités.

2.3.3. L'effet de la concentration des différents constituants sur le pH de la formulation

L'effet de la concentration des différents constituants sur le sur le pH de la formulation a été étudié.

2.3.4 Préparation des plaquettes (lanières):

Le protocole de préparation des plaquettes (les lanières) est résumé dans les étapes suivantes :

- On met les solutions dans des Bécher cylindriques gradués,
- On introduits les panneaux en carton compressé,
- On laisse les plaquettes immergées jusqu'à ce qu'ils soient saturés en solution,

Les plaquettes sont mis dans des sacs hermétiques jusqu'à ce qu'ils soient utilisés comme un anti-varroa (Figure 2.7) .



Figure 2.7. Photo montrant les différentes étapes de l'élaboration des plaquettes.

2.4. Préparation du système de chauffage de diffuseur et traitement thermique:

L'élaboration du système de chauffage est réalisée selon le protocole suivant :
 Nous avons installé une résistance électrique d'une capacité de 100 watts, avec un régulateur de température, par des fils électriques de 2,5 mm d'épaisseur, sur un plateau en bois de 12 mm d'épaisseur, isolée avec un matériau isolant, laissant une épaisseur de vide de 10 mm, après nous avons placé la ruche au-dessus du système de chauffage et étudié les différentes températures après les avoir connectées à la source d'électricité ,Nous avons essayé plusieurs températures de 45 à 75 degrés, sur des ruches vides, puis des ruche pleines d'abeilles, en tenant compte de la durée maximale fixée par 20 minutes dans des ruches pleines pour éviter le phénomène de la désertion des ruches. Ensuite, nous avons calculé le pourcentage tombés dans chaque cas . Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 3.1.

2 .5. Traitement de l'hôte (abeilles) par l'acaricide:

Nous insérons les lanières saturés par les solutions que nous avons préparées entre les cadres couvain opercules, puis nous calculons le pourcentage de varroa tombé dans chaque formulation



Figure 2.8. Photo montrant le traitement par lanières imprégnés dans la solution l'acaricide .

2.6. Traitement par le procédé intégré (hybride) :

Nous combinons les deux traitements simultanément thermique et chimique ,En plaçant les plaques saturées de la solution chimique au-dessus du système de chauffage pour optimiser les performances des molécules actifs dans les lanières afin qu'elles se diffusent dans toute les parties de la ruche pendant une durée bien déterminée, avec un maximum de 20 minutes, pour éviter le phénomène de désertion des abeilles, et nous inventorions et analysons les résultat

2.7 Calcul des taux d'infestation:

L'examen des abeilles adultes permet d'établir leur niveau d'infestation et d'évaluer l'importance de la population de l'acarien. Pour cela une collecte de 300 abeilles sur environ 3 rayons par ruche a été effectuée (Ritter &Ruttner, 1980; Floris et al., 2001b; Satta et al., 2005).(ROUIBI Asma et al 2016).[41]

On connaît alors le nombre d'abeilles et le nombre de varroas, ce qui permet d'établir le taux d'infestation. Le taux d'infestation (exprimé en %) est estimé selon la formule:

$$\text{Taux d'infestation estimatif} = (\text{Nombre de varroas} / \text{Nombre d'abeilles}) * 100$$

Equation 2.1 (calcule le Taux d'infestation)

2.8 Calcul du taux d'efficacité:

L'efficacité des traitements acaricides a été évaluée sur la base du pourcentage de mortalité du varroa en tenant compte aussi de la mortalité naturelle des acariens dans les ruches témoins (Floris et al., 2001a, 2004; Satta et al., 2005) (ROUIBI Asma et al 2016) [41].selon la formule:

$$M\% = 100 [1 - (\text{Bc. At} / \text{Bt .Ac})]$$

Equation 2.2 (Taux d'efficacité)

Bt et At: Correspondent aux taux d'infestation par le varroa dans les ruches traitées respectivement avant et après traitement.

Bc et Ac: Correspondent aux taux d'infestation par le varroa dans les ruches non traitées (témoins) respectivement avant et après traitement.

2.9 Calcul des taux d'infestation par roulement au sucre glace a l'aide de l'outil varroa easycheck:

Avec cette méthode, les abeilles sont enrobées dans du sucre glace, provoquant la séparation des varroas des abeilles. L'EasyCheck est ensuite secoué doucement, on faisant passer le sucre et les varroas à travers les trous du panier blanc, afin qu'ils puissent être comptés. Le roulement au sucre maintient l'échantillon d'abeilles en vie, mais le résultat peut être variable en fonction de l'expérience d'utilisation et de l'humidité (agglomération de sucre).



Figure 2.9. Photo originale montrant La méthode pour calculer taux d'infestation par roulement au sucre glace à l'aide de varroa easycheck [65]

Étape 1:

- On met 30g de sucre glace dans le bol transparent
- On a Prélevé un échantillon de 200 ou 300 abeilles à l'aide du panier blanc, de préférence sur un cadre de couvain operculé (on ne pas prélevé la reine). (voir figure 2.10)

Etape 02

- On remet le panier à l'envers dans le bol transparent et on appuie dessus afin de le bloquer.

Étape 3

- on Ferme avec le couvercle jaune Faites « rouler » doucement le Varroa Easy Check® pendant 1 minute, puis on laisse-le reposer pendant 3 minutes pour une meilleure séparation des varroas. (voir figure 2.10)

Étape 4

- On retire le couvercle, on retourne le Varroa Easy Check® et on secoue le au-dessus du couvercle jaune ou d'un récipient plus grand.
- On ajoute un peu d'eau pour dissoudre le sucre et on compte les varroas. Selon notre échantillon (200 abeilles : on divise le nombre de varroas comptés par 2 pour obtenir notre taux d'infestation en %.) (voir figure 2.10)



Figure 2.10. Photo originale Montrant les étapes à suivre pour calculer le taux d'infestation par roulement au sucre glace à l'aide de varroa easycheck

RESULTATS
ET
DISCUSSIONS

3. Résultats et discussions :

Dans cette partie de notre travail, nous présentons l'ensemble des résultats obtenus ainsi que leurs discussions.

3.1 Les valeurs de pH des différentes formulations préparées :

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 3.1 : variation du pH des solutions préparées:

solution	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
pH	5.56	5.32	4.98	4.49	3.51	3.49	3.44	3.47	3.45	4.11

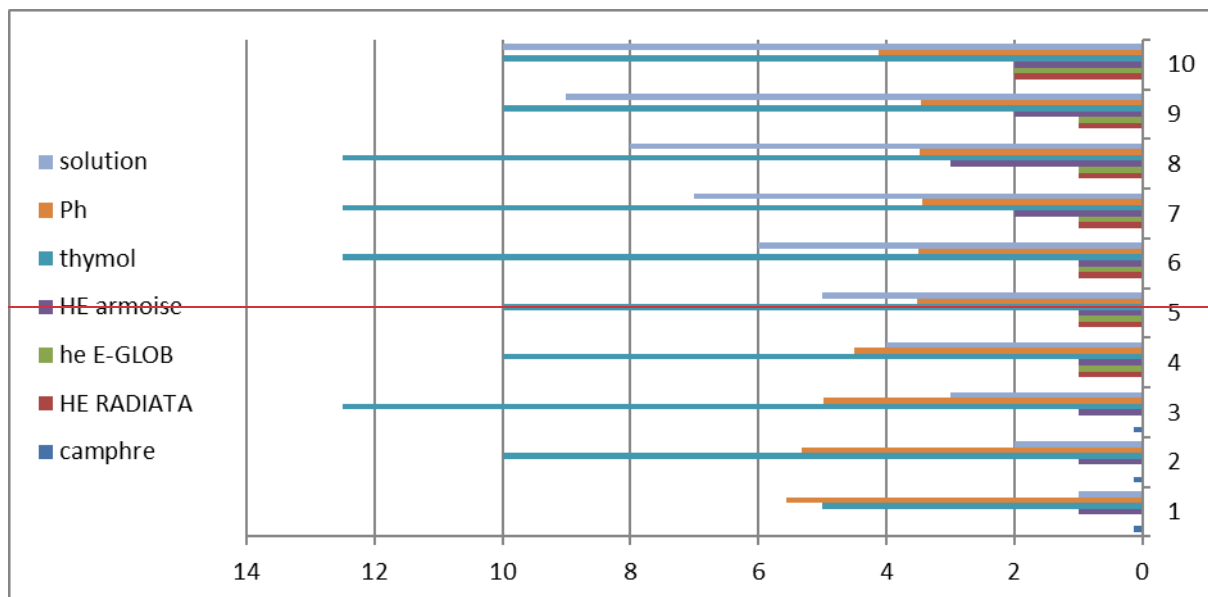


Figure 3.1 L'effet de la concentration des différents constituants sur le sur le pH de la formulation .

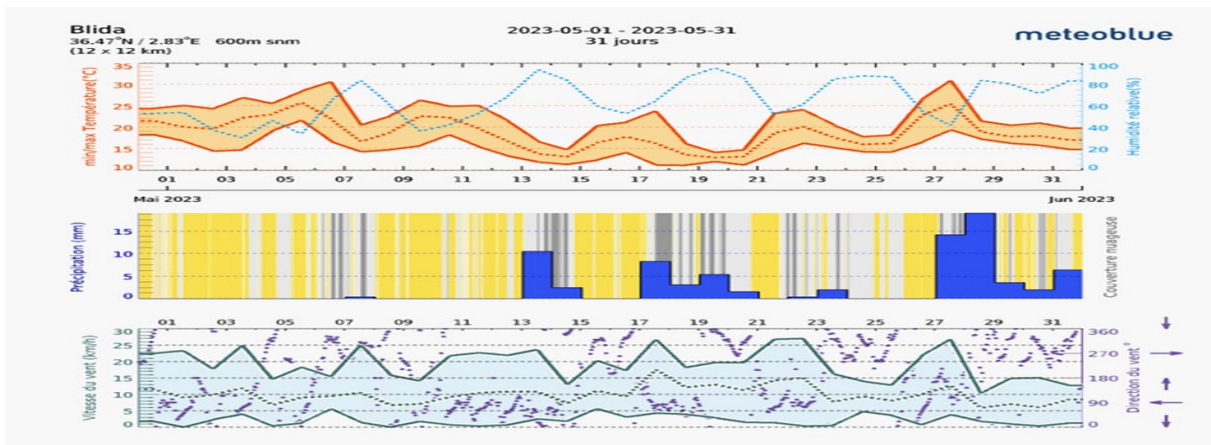
3.2 Résultats de traitement thermique sur la lutte contre le varroa:

Les résultats de traitement thermique sur la lutte contre le varroa est résumé dans le tableau 3.2 suivant :

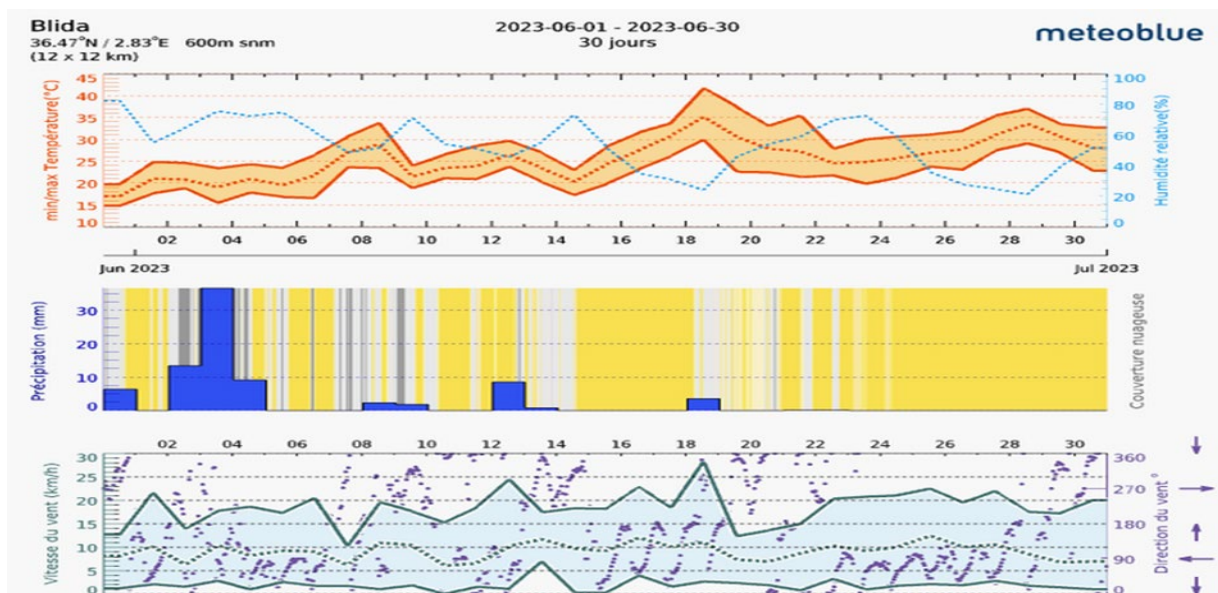
Tableau 3.2 résultats de traitement thermique sur la lutte contre le varroa

N° Ruche	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	témoin
T° Diffuseur	45	50	55	57	60	63	66	70	72	75	34
T° milieu extérieur	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
T° plateau de la ruche	30	31.5	34	35	36	38	38	39	40	42	34
T° centre ruche vide	29	30.1	31.3	31.	31.	32	32.5	35	37	39	30
T° centre ruche pleine (30 min max)	36	36	36.2	37	37.4	37.	38.5	39	39.6	40.3	36.5
Taux d'infestation avant le traitement thermique en %	12	11	13	11	12	10	13	11	10	11	12
Taux d'infestation après le traitement thermique en %	10	09	09	07	07	07	06	07	06	06	12
L'efficacité de traitements Thermique en %	17	31	19	47	41	51	45	46	58	55	0

On tenant compte les conditions climatique de la période des essais mai et juin 2023 à Blida



- Mai 2023 -



- Juin 2023 -

Figure 3.2. Simulation de données climatiques et météorologiques
Mai et juin 2023 Blida source meteoblue

3.3 Résultats de traitement acaricide –biomolécules- sur la lutte contre le varroa:

Les résultats de traitement acaricides-biomolécules sur la lutte contre le varroa est consignés dans le tableau 3.3. Suivant :

Tableau 3.3.résultats de traitement acaricide –biomolécules- sur la lutte contre le varroa.

N° Ruche	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	Témoin
Solution d'acaricide	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	34
Taux d'infestation avant le traitement solution acaricide	12	11	13	11	12	10	13	11	10	11	12
Taux d'infestation après le traitement solution acaricide	08	08	09	08	09	07	07	07	06	05	12
L'efficacité de traitements solution acaricide en %	34	38	18.75	24	25	44	36.8	46	51.38	46	0

3.4 Résultats de traitement intégré sur la lutte contre le varroa:

Les résultats de traitement intégré sur la lutte contre le varroa sont consignés dans le tableau 3.4 suivant

Tableau 3.4. Résultats de traitement intégré sur la lutte contre le varroa

N° Ruche	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	Témoin
T° Diffuseur	45	50	55	57	60	63	66	70	72	75	34
Taux d'infestation avant le traitement intégré	12	11	13	11	12	10	13	11	10	11	12
Taux d'infestation après le traitement intégré en %	07	Ruche désertée	Ruche désertée	05	05	04	04	05	04	04	12
L'efficacité de traitement intégrée en %	42	/	/	62	59	72	64	46	66	55	0

3.5 Discussion :

En comparant les résultats de l'efficacité des trois traitements : thermique, chimique et intégré (tableaux 01,02,03,04) Prise en compte du facteur de relativité pour plusieurs raisons de terrain et techniques de températures différentes, ainsi que de la méthode de calcul de la varroa tombée, et le mécanisme thermique des abeilles, qui fonctionne par ventilation en cas de températures supérieures à celles tolérées pour ajuster la température de la ruche de 36 à 37 degrés (tableau 01) pour permettre la croissance des larves, Ceci explique les températures constantes dans la ruche témoin. Cependant, les résultats montrent une grande efficacité du traitement thermique: nous avons enregistré des valeurs maximales d'efficacité entre 58 et 55 % dans les températures 72 et 75 (tableaux 01,02), par rapport à l'échantillon témoin qui n'a subi aucun traitement et nous avons enregistré aussi un taux d'efficacité dans le traitement par les biomolécules valeurs maximales, entre 51 et 46 dans les solutions 07,08 et 09, (tableaux 03) surtout par rapport à l'échantillon témoin qui n'a subi aucun traitement, avec des fluctuations d'efficacité dues aux changements de concentrations et de substances actives mais l'efficacité de l'huile essentielle et de celles-ci combinées a donné des résultats encourageants, il a besoin des recherches plus approfondies pour augmenter les performances et trouver la formulation parfaite, les résultats dans la lutte intégrée sont de bien meilleurs résultats; l'effet du système de chauffage est évident sur les performances des biomolécules malgré la limite de temps de 20 minutes, nous avons enregistré des valeurs maximales d'efficacité entre 64 et 66 % jusqu'à 72 % dans les températures : 70, 72 et 75 (tableaux 03,04) qui correspondent aux concentrations des solutions 4,5,6,7,9 et 10 (tableaux 02,03,04), Cela montre l'efficacité des huiles essentielles de l'armoise blanche et de l'eucalyptus (Globulus et Radiata) et aussi le thymol durant de la stimulation thermique, la désertion des abeilles dans les deuxième et troisième échantillons lors du traitement intégré montre des résultats négatifs d'exposition du camphre à la stimulation thermique, C'est une réaction naturelle des abeilles contre de nombreuses particules. Ces résultats ont montré une parfaite adéquation avec les taux de chaleur des trois castes de la colonie d'abeilles et le thermopréférendum du varroa le taux d'efficacité dans les températures 70, 72 et 75.

Conclusion:

L'apiculture moderne dépend directement de la capacité à traiter le parasite Varroa, qui est le premier ennemi des abeilles, et d'une croissance écologique durable, le parasite Varroa représente un grand défi et une obsession pour les apiculteurs, en particulier les professionnels, dans le monde entier, car il est l'une des causes directes et principales de l'effondrement des colonies de ruches et d'une terrible baisse de leur nombre ces dernières années, et un véritable obstacle à la protection du patrimoine apicole et à la baisse concomitante de la production de divers produits de la ruche tels que le miel, la propolis, le pollen, on observe également une forte baisse de la pollinisation de diverses variétés végétales qui dépendent directement pour leur reproduction de la pollinisation des abeilles, l'abeille joue un rôle majeur dans la pollinisation. Ainsi, sur les 100 espèces de plantes alimentaires les plus cultivées dans le monde, 71 seraient pollinisées uniquement par les abeilles. Les pollinisateurs contribuent directement à la sécurité alimentaire. Près des trois quarts des plantes qui produisent 90% de la nourriture mondiale ont besoin de cette aide extérieure. D'après les experts apicoles de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, un tiers de la production alimentaire mondiale dépend des abeilles. On retrouve donc sur le terrain de nombreux médicaments anti-varroa dite antiparasitaire répandus et homologues pour le traitement et la lutte contre le parasite Varroa, dont certains dépendent de principes actifs directement sous forme d'insecticide sans négliger ses effets potentiels sur la santé des consommateurs.

Dès lors, il est devenu urgent d'inventer des systèmes non traditionnels basés sur l'intégration de traitements thermiques et biochimiques pour augmenter les performances de la lutte contre le parasite Varroa en s'appuyant sur - et des biomolécules non nocifs à la santé du consommateur et à l'environnement.

Les résultats obtenus sont très encourageants et l'atteinte d'un taux d'efficacité de 72 % nous motive à approfondir l'étude à l'avenir et à nous concentrer sur le développement de procédé diffuseur thermique utilisant l'énergie solaire durable.

Références Bibliographiques

Liste des références Bibliographiques

N°	RéférenceBibliographique
[1]	Plan de développement durable de l'apiculture en France François Gerster octobre 2012. ÉDITION DES JOURNÉES NATIONALES DE L'ABEILLE, SENTINELLE De L'ENVIRONNEMENT : LES APIDAYS®2021
[2]	((Henry et al., 2012; James & Xu, 2012) Henry M., Beguin M., Requier F., Rollin O., Odoux J.-F., Aupinel P., et al. (2012). A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. Science 336, 348–350 10.1126/science.1215039
[3]	vanEngelsdorp et al., 2009; vanEngelsdorp & Meixner, 2010). A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them
[04]	((Seeley, 1985)) Survival of honeybees in cold climates: the critical timing of colony growth and reproduction
[5]	(Bailey & Ball, 1991; Schmid-Hempel, 1998)) The Role of Varroa and Viral Pathogens in the Collapse of Honeybee Colonies: A Modelling Approach
[6]	(Williams, 2000).A Veterinary Approach to the European Honey Bee (Apismellifera)
[7]	(Fernandez & Coineau, 2002) Fine structure of spermiogenesis, spermatozoa and spermatophore of Saxidromus delamarei Coineau, 1974 (Saxidromidae, Actinotrichida, Acari)
[8]	Acari: Varroidae) (Anderson & Trueman, 2000) Varroa jacobsoni (Acari: Varroidae) is more than one species
[9]	(de la Rúa et al., 2009; van Engelsdorp & Meixner, 2010; Brodschneider et al., 2010; Chauzat et al., 2010; Dahle, 2010; Genersch et al., 2010; Guzmán-Novoa et al., 2010; Potts et al., 2010; Rosenkranz et al., 2010; Schäfer et al., 2010; Topolska et al., 2010; VanEngelsdorp et al., 2009; Noireterre, 2011; Martin et al., 2012).
[10]	(Anderson & Trueman, 2000; Sammataro et al., 2000; Martin, 2001; Bubalo et al., 2005) Island population of European honey bees in Northeastern Brazil that have survived Varroa infestations for over 30 years
	(De Jong et al., 1982b; Boot et al., 1997; Bee tsma. et al., 1999, Calderone & Lin

[11]	2001
[12]	((Soderlund&Bloomquist, 1989; Narahashi, 1992)) Interaction of Tetramethrin and Deltamethrin at the Single Sodium Channel in Rat Hippocampal Neurons
[13]	(Wang et al.,2012) A dynamic longitudinal examination of social media use, needs, and gratifications among college students
[14]	(Celli et Maccagnani, 2003) Honey bees as bioindicators of environmental pollution
[15]	(Anna Gloria SABATINI 2005)L'abeille bio-indicateur Anna Gloria Sabatini's research while affiliated with Council for Agricultural Research and Agricultural Economy Analysis and other places
[16]	Nathalie KOZIOL et al 2010
[17]	(StéphaneLaramée) L'abeille domestique comme bio-indicateur écotoxicologique de polluants: le cas de l'insecticide imidaclopride
[18]	(Buttel-Reepen, 1906) Position of the Red Honey bee, Apiskoschevnikovi (Buttel-Reepen 1906), within the Genus Apis
[18]	(Baldensperger,1924) Les abeilles domestiques locales et l'environnement. □ article de CHAHBAR Nora1 & HAMADI Kamel2,3
[19]	(Cornuet et al., 1988; Grissa et al.,1990; Hepburn &Radloff, 1996, Barour et al., 2011; Loucif-Ayad et al., 2014)
[20]	(Buttel-Reepen, 1906 : « Apistica. BeiträgezurSystematik, Verbreitung der Honigbiene (Apismellifica)
[21]	(WILSON, 1971).Wilson, E. O. (1971). The Insect Societies. Cambridge, MA: Harvard University Press.
[22]	(VON FRISCH, 1977) de) Karl von Frisch, « Über den Geruchssinn der Bienen und seine blütenbiologischeBedeutung. »
[23]	(BULL, 1983)
[24]	(ADAM et al, 1977) (.Adjlane .N et al)
[25]	(WINSTON et PUNNETT, 1982 Factors determining temporal division of labor in honeybees
[26]	(Caron, 1999). Honey Bee Biology and Beekeeping

[27]	(Clément 2000; Le Conte et al., 2001) Olfactory coding in honeybees
[28]	(Laidlaw et al, 1997) Queen rearing and bee breeding
[29]	(Fluri, 1994 ,2005) Pollen nutrition and colony development in honey bees
[30]	(Ravazzi,1996; Le Conte, 2002) Climate change: impact on honey bee populations and diseases
[31]	(Laidlaw & Page, 1997). Reproductive plasticity and oogenesis in the queen honey bee (<i>Apis mellifera</i>)
[32]	(SPÜRGIN, 2008) "The honey bee" Armin Spürgin
[33]	(Straub, 2007; Le Conte, 2002). Diet effects on honeybee immunocompetence
[34]	(Fronty, 1990)
[35]	(Page & Peng, 2001) The recent Page and Peng paper published in <i>Experimental Gerontology</i> 36 (2001), 695-711
[36]	(ALPHANDERY, 2002 Biology and Management of <i>Varroa destructor</i> (Mesostigmata: Varroidae) in <i>Apis mellifera</i> (Hymenoptera: Apidae) Colonies
[37]	(HAYDAK, 1970). Honey bee nutrition
[38]	(MAURIZIO, 1934) A Reclassification of the Genus <i>Pericystis</i> Betts
[39]	(MAURIZIO, 1946) Anna Maurizio, Swiss Bee Expert, Born
[40]	(SEELEY, 2002) Accelerated <i>Varroa destructor</i> population growth in honey bee (<i>Apis mellifera</i>) colonies is associated with visitation from non-natal bees
[41]	(Asma Rouibi 2016 et al) Efficacité de quelques acaricides sur le varroa et effets secondaires chez <i>Apis mellifera</i> intermissa: Aspect toxicologique, physiologique et biochimique
[42]	Parallel evolution of <i>Varroa</i> resistance in honey bees: a common mechanism across continents Isobel Grindrod and Stephen J. Martin
[43]	(PROST et LE CONTE, 2005) Microbiological and Physicochemical Quality of Honeys from South and South-West of Niger
[44]	P. A. OOMEN, A. DE RUIJTER, J. VAN DER STEEN Method for honeybee brood feeding tests with insect growth-regulating insecticides
[45]	(Calderone & Lin, 2001) Behavioural responses of <i>Varroa destructor</i> (Acari:

	Varroidae) to extracts of larvae, cocoons and brood food of worker and drone honey bees, <i>Apis mellifera</i> (Hymenoptera: Apidae)
[46]	(Fernandez & Coineau, 2002). Varroa: The Serial Bee Killer Mite : to be Able to Combat Her, One Must Properly Understand Her
[47]	(De jong et al, 1982b; Boot et al, 1997; Beetsma et al, 1999; Rehm& Ritter, 1989) Biology and Management of <i>Varroa destructor</i> (Mesostigmata: Varroidae) in <i>Apis mellifera</i> (Hymenoptera: Apidae) Colonies
[48]	(Martin, 1994). Reproductive parameters of female <i>Varroa destructor</i> and the impact of mating in worker brood of <i>Apis mellifera</i>
[49]	(Boot et al., 1992; Infantidis&Rosenkranz, 1988) Methyl palmitate does not elicit invasion of honeybee brood cells by <i>Varroa</i> mites
[50]	(Donzé, 1995) Formulation of a 3-D numerical model of brittle behaviour
[51]	(Infantidis, 1988) Some aspects of the process of <i>Varroa jacobsoni</i> mite entrance into honey bee (<i>Apis mellifera</i>) brood cells
[52]	Habbi-Cherifi Assia; adjlane Noureddine; Medjdoub-bensaad feroudja LA VARROASE DE L'ABEILLE MELLIFERE: BIOLOGIE, CYCLE DE DEVELOPPEMENT, PATHOGENIE ET MOYENS DE LUTTE
[53]	(LE CONTE et ARNOLD, 1986) ETUDE DU THERMOPRÉFÉRENDUM DE VARROA JACOBSONI OUD.LE CONTE Gérard ARNOLD Laboratoire de Neurobiologie Comparée des Invertébrés I.N.R.A.-C.N.R.S. (U.A. n° 1190), F-91440 Bures-sur-Yvette
[54]	(Fries et al., 1994) Honey bee pathology: Current threats to honey bees and beekeeping
[55]	(LSA n°284 cit. In Seeley et Smith 2015 The Diversity Decline in Wild and Managed Honey Bee Populations Urges for an Integrated Conservation Approac
[56]	(Prandin et al., 2001; Gregorc&Planincy, 2001; 2002; Marcangeli et al., 2003; Nanetti et al., 2003; Rademacher et Harz, 2006; Marinelli et al., 2006; Bacandritsos et al., 2007)
[57]	(Bogdanov, 2006; Rademacher& Harz, 2006) Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies - a review
[58]	(Bogdanov et al., 2002) Determination of residues in honey after treatments with formic and oxalic acid under field conditions
[59]	(Aliano& Ellis, 2008) A strategy for using powdered sugar to reduce varroa populations in honey bee colonies

[60]	(Charrière&Imdorf, 2002) Oxalic acid treatment by trickling against <i>Varroa destructor</i> : recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions
[61]	(Imdorf et al., 1997) A comparison of two methods of applying oxalic acid for control of varroa
[62]	Higes et al., 1999; Nozal et al., 2003; Gregorc et al., 2004) Hatjina&Haristos, 2004; Gregorc&SmodisSkerl, 2007; Martin-Hernandez, 2007; AlianoetEllis, 2008; Wagnitz& Ellis, 2010; Schneider et al., 2011; Carrasco-Letelier et al., 2012; Locke et al., 2012; Wermelinger, 2013)..
[63]	Contrôle Chimique De La Varroase Dr CLAUDE BOUCHER ,

ANNEXE



Préparation et pesé de thymol



**Transhumance des abeilles un facteur important dans la contamination
par le varroa- figure originale -**



Biodiversité botanique (jachère apicole) en Algérie



Trappe a pollen –plateau anti varroa – lutte mécanique anti-varroa



Capteur thermique

YALIDINE EXPRESS **E-COMMERCE**

Expéditeur 625
 Genilux Manufacturing 06
 Akbou, Béjaïa
 0553411121

Destinataire
 Brahim Ouahib
 Cite diar el behri n 82 beni mered blida
 Beni Mered, Blida
 0542164634

09
 Blida
 Beni Mered

YAL-16TNRE PIN: 6083

1 HE armoise blanche + 1 gommage offert

Description du contenu	valeur (DZD)
1 HE armoise blanche + 1 gommage offert	1700 DA

Moins de 5 KG
 Départ: Béjaïa

le: 28-05-2023
 Signature

Marwa
 Je, Genilux Manufacturing 06, certifie que les
 détails déclarés sur ce bordereau sont corrects et
 que le colis ne contient aucun produit dangereux,
 interdits par la loi ou par les conditions générales
 d'expédition de Yalidine.

Facture d'achat d'armoise blanche