

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du Diplôme de Master en Biologie

Spécialité: Parasitologie

Etude de l'effet acaricide de l'huile essentielle de l'ail sur *Varroa destructor* ectoparasite de l'abeille domestique (*Apis mellifera intermissa*)

Réalisé par: M^{lle} OUACHED Meriam

Soutenu le mercredi 04/06/2025

Devant le jury constitué de:

Présidente : Mme CHOUGAR Safia

MCA UMMTO

Promotrice : Mme MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja

Professeur UMMTO

Co-Promotrice : Mme HABBI-CHERIFI Assia

MCB Université de Bouira

Examinatrice : Mme GUERMAH Dyhia

MCA UMMTO

Promotion : 2024-2025

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie Dieu de m'avoir gardé en bonne santé afin de mener à bien ce projet de fin d'études. (الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ)

Je remercie chaleureusement ma promotrice M^{me} **MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja**, professeur à l'université de Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, pour son soutien et ses encouragements dès le début de ce travail. Son expertise et ses conseils et sa disponibilité constante ont été déterminants dans l'avancement et la réussite de ce projet. C'est grâce à sa confiance et sa motivation que j'ai osé me lancer dans la réalisation de ce projet de fin d'étude. Son accompagnement a été précieux à chaque étape de ce projet.

Ma profonde expression de reconnaissance est destinée à ma co-promotrice M^{me} **HABBI-CHERIFI Assia**, MCB à l'université de Bouira pour son encadrement précieux, sa disponibilité constante, ses conseils éclairés et son soutien tout au long de ce travail. Son expertise, sa rigueur scientifique et sa bienveillance ont été déterminants dans l'aboutissement de ce mémoire. Ce fut un réel privilège d'apprendre à ses côtés.

Mes vifs remerciements à M^{me} **CHOUGAR Safia**, MCA à l'UMMTO d'avoir accepté de présider le jury et d'évaluer ce travail.

Je remercie vivement M^{me} **GUERMAH Dyhia**, MCA à l'UMMTO d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué de proche ou de loin à la réalisation de mon mémoire de fin d'étude.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail de fin d'études à mes très chers parents, mon père et ma mère pour leurs sacrifices.

À ma chère maman qui a toujours cru en moi, et qui m'a tant soutenue avec ses prières et qui est ma force avant tout, que Dieu la procure bonne santé et longue vie,

À la mémoire de ma précieuse grande mère maternelle, qui nous a quitté récemment, pour son soutien durant toute la période de mes études. Même absente, sa présence reste vive dans mon cœur. Que Dieu lui accorde Sa miséricorde et l'accueille dans Son vaste paradis.

À ma tante Nadia qui m'a toujours encouragé.

À ma tante Dalila qui m'a beaucoup aidé.

À mes trois sœurs Amel, Yasmine et Sara.

À toute ma famille, mes grands-parents, mes oncles et tantes, mes cousins et cousines.

À mes copines Narimane et Imane, qui m'ont encouragé à terminer mon mémoire.

À tous mes amis qui ont rendu ma vie agréable et pleine de joie et de bons souvenirs.

À tous ceux qui m'aiment...

En fin, je dédie ce modeste travail à moi-même. Que cette réalisation soit le témoin de mon engagement envers mon développement personnel et professionnel.

Meriam Ouached

Liste des figures

Liste des tableaux

Sommaire

Introduction.....1

Chapitre I : Généralités sur l'abeille domestique

1. Les grandes sous-espèces d' <i>Apis mellifera</i> présentes en Algérie.....	4
1.1. L'abeille telienne <i>A. mellifera intermissa</i>	4
1.2. L'abeille saharienne <i>A. mellifera sahariensis</i>	5
2. Position systématique de l'abeille domestique	5
3. La morphologie de l'abeille domestique.....	6
3.1. La tête	6
3.2. Le thorax	7
3.3. L'abdomen	7
4. Cycle de vie de l'abeille.....	8
5. Organisation sociale de la colonie.....	10
5.1. La reine	10
5.2. Les faux-bourdons	10
5.3. Les ouvrières	11
6. Différents rôles des ouvrières.....	12
7. Le couvain.....	13
7.1. Couvain ouvert	13
7.2. Couvain fermé (operculé).....	13
8. Produits de la ruche.....	15

Chapitre II : Synthèse bibliographique sur le varroa

1. Origine et biologie.....	17
2. Position systématique	18
3. Dimorphisme sexuel.....	18
3.1. Mâle.....	18

3.2. Femelle.....	19
4. Cycle biologique.....	20
4.1.Phase phorétique.....	20
4.2.Infestation du couvain.....	20
4.3.Reproduction dans le couvain.....	21
5.Retour à la phase phorétique	22
6.Impact du varroa sur les abeilles et les colonies.....	23
6.1. Effet sur la santé des abeilles.....	23
6.2. Effet sur la colonie.....	23
7. Symptômes de la varroase chez l'abeille adulte.....	23
8. Vecteur de maladie virale.....	24
8.1. Exemple d DWV.....	24
9. Méthodes de lutte contre la varroase.....	25
9.1. Méthodes chimiques	25
9.2. Méthodes physique	26
9.3. Méthodes biologiques	26
9.4. Méthodes biotechnologiques / pratique apicole.....	26

Chapitre III : Matériel et méthodes

1.Objectif de l'étude	27
2.Présentation de milieu d'étude.....	27
3.Etude climatique.....	27
4.Emplacement du rucher.....	28
5. Matériel.....	29
5.1. Matériel biologique.....	29
5.2. Matériel de laboratoire.....	29
5.3. Matériel apicole.....	30
5.4. Matériel végétale.....	31
6.Méthodes.....	32
6.1.Méthode de détermination le taux d'infestation dans les ruches d'études.....	32

6.2.Méthode d'estimation de la population d'abeilles.....	32
6.3.Méthode d'estimation de taux d'infestation	32
6.4.Méthode d'échantillonnage	33
6.4.1.Méthode d'échantillonnage des abeilles.....	33
6.4.2.Méthode d'échantillonnage du varroa.....	33
6.5.1Méthode utilisée pour tester l'huile essentielle d'ail sur les abeilles.....	33
6.5.2.Méthode utilisée pour tester l'huile essentielle d'ail sur le varroa	34
7.Test de l'huile essentielle d'ail sur le terrain.....	35
8. Détermination de l'efficacité des traitements utilisés.....	36

Chapitre IV : Résultats et discussion

1.Estimation de taux d'infestation initiale par <i>V. destructor</i>	37
2.Traitement à l'huile essentielle de l'ail (<i>A. sativum</i>) au laboratoire.....	37
2.1. Test de la toxicité de l'huile essentielle d'ail sur les abeilles.....	37
2.1.1Effet de la dose de l'huile essentielle d'ail sur les abeilles.....	37
2.1.2Effet de la durée d'exposition à l'huile essentielle d'ail sur les abeilles.....	38
2.2.Test de la toxicité de l'huile essentielle d'ail <i>A.sativum</i> sur le <i>V. destructor</i>	39
2.2.1Effet de l'huile essentielle de l'ail sur le varroa.....	39
2.2.2Effet de la durée d'exposition à l'huile essentielle de l'ail sur le varroa.....	39
3.Traitement sur le terrain.....	41
3.1Traitement du lot 01 par l'huile essentielle d'ail.....	41
3.2Traitement du lot 02 par Apivar.....	42
4.Discussion.....	44
Conclusion et perspectives	46
Références bibliographiques.....	48

Résumé

Liste des figures

Figure n°	Intitulée	N° de page
1	L'abeille domestique <i>Apis mellifera intermissa</i> (Original, 2020)	4
2	L'abeille domestique <i>Apis mellifera sahariensis</i> (Original, 2020)	5
3	Schéma de l'anatomie interne de l'abeille domestique <i>Apis mellifera</i> (Français édition de 1834).	6
4	Cycle de développement de l'abeille	8
5	Les différentes castes de l'abeille domestique	10
6	Stades de développement de la reine, l'ouvrière et du Faux-bourdon.	12
7	Couvain ouvert (Originale, 2025)	13
8	Couvain operculé (Originale, 2025)	13
9	La cire	16
10	Abeille infestée par le varroa (https://gdsa83.fr/la-varroose/)	17
11	Le mâle de varroa (https://mespremiereruches.com/varroa-destroyer-origine/)	19
12	La femelle de varroa sous microscope optique (Originale, 2025)	20
13	Cycle de reproduction de varroa dans le couvain	21
14	Schéma représentant la phase de phorésie et la phase de reproduction	22
15	Photos des abeilles infestées par le varroa	24
16	Photo représentant une abeille infectée par le DWV et une abeille saine	25
17	Situation géographique de la zone d'étude (Originale, 2025)	27
18	Présentation de la zone d'étude (Originale, 2025)	28
19	Présentation des ruches d'étude (Originale, 2025)	28
20	Matériel utilisé pour le test de l'huile essentielle d'ail sur les abeilles et sur le varroa au laboratoire (Originale, 2025)	29
21	Du gauche à droite : Combinaison/ Gants / Lève cadre / L'enfumeur (Originale, 2025)	30
22	A gauche bulbe d'ail, à droite un flacon de l'huile essentielle d'ail (Originale, 2025)	31
23	Ouverture de la ruche (Originale, 2025)	33
24	Test de l'huile essentielle d'ail sur les abeilles au laboratoire (Originale, 2025)	34
25	Test de l'huile essentielle d'ail sur le varroa, au laboratoire (Originale, 2025)	35
26	Dispositif expérimentale d'application de l'huile essentielle d'ail sur les ruches (Originale, 2025)	35
27	Varroa obtenu après traitement par l'huile essentielle d'ail (Originale, 2025)	36

28	Effet de la dose de l'huile essentielle d'ail sur les abeilles.	37
29	Effet de la durée d'exposition à l'huile essentielle d'ail sur les abeilles.	38
30	Effet de la dose de l'huile essentielle d'ail sur le varroa.	39
31	Effet de la durée d'exposition à l'huile essentielle d'ail sur le varroa.	40
32	Effet de traitement de l'huile essentielle d'ail sur le premier lot.	41
33	Effet de traitement d'APOVAR sur le deuxième lot	42

Liste des tableaux

Tableau n°	Intitulé	Page n°
1	Présentation des lots expérimentaux	36
2	Estimation de taux d'infestation initiale des ruches par le varroa.	37
3	Comparaison de l'efficacité entre l'huile essentielle d'ail et Apivar.	43

Introduction

« L'apiculture est l'art de cultiver les abeilles, afin de retirer de cette industrie le maximum de rendement avec le minimum de dépenses » Warré (1948). En effet, l'intérêt de cet élevage est la production de miel, de la gelée royale, de la cire et pleines d'autres produits de la ruche connus pour leur importance économique, et leurs effets bénéfiques sur la santé de l'homme (Bogdanov, 2006 cités par Rouibi, 2016).

Les abeilles qui s'en chargent de récolter et de produire tous ses différents produits, sont des insectes eusociaux, appartenant au genre *Apis*. Parmi les neuf espèces existantes, huit sont présentes dans le sud-est asiatique, tandis que la neuvième, *Apis mellifera*, initialement présente en Europe et en Afrique, a été disséminé à l'échelle mondiale par l'Homme depuis le XXe siècle et elle est devenue l'espèce la plus largement répartie, et la mieux documentée (Mollier et al., 2009 ; Le Conte et al., 2014)

En outre, les abeilles jouent un rôle essentiel dans le maintien de la végétation des milieux naturels et de toute la cascade trophique qui en dépend. La pollinisation effectuée par celle-ci est très importante sur le plan quantitatif et qualitatif. En effet, les abeilles transportent couramment des dizaines de milliers de grains de pollen sur leurs corps et elles en déposent de grandes quantités sur les stigmates (Vaissière, 2002). Les pollinisateurs influencent fortement les relations écologiques, la conservation des écosystèmes et la stabilité, la variation génétique dans la communauté des plantes, la diversité florale, la spécialisation et l'évolution (Bradbear, 2010).

Toutefois, les populations d'abeilles ont subi un déclin alarmant, en raison de différents facteurs de stress, principalement la perte d'habitat, l'exposition aux pesticides, les maladies et les parasites. Parmi ces derniers, on trouve le *Varroa destructor*, initialement connu sous le nom de *Varroa jacobsoni*. Cet ectoparasite est un acarien hématophage qui se nourrit de l'hémolymphe des abeilles adultes et de leurs larves, ce qui affaiblit les colonies et les rendent plus vulnérables aux maladies et aux autres stress environnementaux. Les plaies de la cuticule de l'abeille provoquées par le varroa présentent une voie d'entrée de virus et de bactéries, ce qui aboutit à l'affaiblissement de mécanismes de défense de l'abeille infestée. Aujourd'hui, le *Varroa destructor* est considéré comme l'un des principaux facteurs contribuant au déclin des populations d'abeilles dans de nombreuses régions du monde.

Face à cette menace, diverses méthodes de contrôle ont été utilisées pour diminuer les ravages de ce parasite. Parmi ces méthodes nous avons la lutte chimique par l'utilisation de

plusieurs familles de pesticides à l'intérieur de la ruche (Bogdanov, 2006 ; Hanbruge et *al.*, 2006).

Cependant, Faucon et al. (2007) montrent que l'utilisation intensif des acaricides chimiques crée des générations de varroa résistantes à ces molécules de synthèse, et introduit une présence des résidus de ces molécules dans les produits de la ruche. De ce fait, la recherche des produits acaricides biologiques s'avère très important et même urgent.

L'objectif de ce mémoire est d'étudier l'activité biologique et l'effet acaricide de l'huile essentielle d'ail (*A.sativum*), sur le *V .destructor* ectoparasite de l'abeille domestique *A. mellifera* au laboratoire et sur le terrain, et déterminer la dose la plus efficace pour protéger les abeilles et sauver les colonies. Cette étude vise à proposer une alternative naturelle et durable aux traitements chimiques conventionnels, tout en préservant la santé des abeilles et la qualité des produits apicoles.

Ce mémoire comprend deux parties : la première partie est la partie bibliographique qui porte des généralités sur l'hôte l'abeille domestique, son parasite *V. destructor*. La deuxième partie est la partie expérimentale, elle comprend la description de la méthodologie de travail ainsi que la présentation des résultats obtenus. En fin, le document est clôturé par une conclusion assortie de quelques perspectives.

Chapitre I
Généralités
sur l'abeille
domestique

L'abeille domestique, scientifiquement connue sous le nom d'*Apis mellifera*, a été décrite pour la première fois par Linnaeus en 1758. Originnaire de l'Extrême-Orient, l'abeille partageait des caractéristiques similaires à celle de la guêpe. En cas de menace, l'abeille se défend en piquant, injectant un venin douloureux et potentiellement mortel pour certains prédateurs (Schmidt, 1990).

A l'origine, l'abeille se nourrissait principalement d'autres insectes, plutôt que de nectar et de pollen, montrant ainsi des comportements carnivores similaires à ceux de ses ancêtres proches (Michener, 2007). Aujourd'hui, les abeilles sont largement répandues à travers le monde, avec environ 20000 espèces recensées, parmi lesquelles *A. mellifera* qui est la plus étudiée pour son rôle de pollinisation et la production de miel (Winston, 1987).

Contrairement aux autres insectes, les abeilles ont développé un comportement social complexe, centré autour de la coopération et de la division du travail au sein de la ruche. Elles produisent du miel, de la cire, de la propolis, de la gelée royale qui sont des substances utilisées depuis des millénaires par les humains pour l'alimentation, la médecine et le rituel religieux (Seeley, 2010).

L'identification scientifique de l'abeille occidentale *A. mellifera*, est attribuée à Carl von Linné (Linnaeus) en 1758. Le nom *Mellifera* vient du latin « melis » signifiant « miel » et « ferre » signifiant « porter », bien que certains chercheurs suggèrent que le terme *mellifera* aurait été plus approprié, car il décrit mieux la fonction de l'abeille : produire du miel à partir de nectar (Terzo et Rasmot, 2007; Guenzou et Nadji, 2002). Cette espèce se subdivise en nombreuses sous-espèces, chacune étant adaptée à différents environnements géographiques, avec des variations morphologiques et comportementales significatives (Ruttner, 1968; Leconte, 2011).

En Algérie, l'abeille appartient principalement à la lignée africaine A, notamment représentée par *A. mellifera intermissa* (Buttel, 1966).

1. Les grandes sous espèces d'*Apis mellifera* présentes en Algérie

En Algérie, deux sous espèces de l'abeille domestique sont identifiées comme suit :

1.1 L'abeille tellienne (*A. mellifera intermissa*)

L'abeille algérienne, *Apis mellifera intermissa* est une sous-espèce d'abeille qui a été décrite pour la première fois par le scientifique français Charles de Geer en 1773. Cette sous-espèce, se distingue par plusieurs caractéristiques morphologiques spécifiques adaptées aux conditions environnementales de la région méditerranéenne (fig.1). Selon de Geer (1773), cette sous-espèce présente une coloration de corps plus claire comparé à d'autres sous-espèces, avec des teintes allant du jaune pâle au brun clair sur les segments abdominaux(fig.1). La taille des individus est également notable, avec des ouvrières mesurant en moyenne environs 10 à 12 mm de longueur, ce qui est légèrement plus petit que certaines autres sous-espèces d'abeilles mellifères.



Figure 1 : L'abeille tellienne *Apis mellifera intermissa* (Originale, 2025)

D'autres études ont corroboré ces observations, en mettant en évidence la présence de poils lus clairs sur le thorax et l'abdomen, ainsi qu'une structure plus robuste des pattes, adaptées aux conditions climatiques locales (Gouda et al, 2020). La variabilité de la pigmentation et la morphologie générale reflètent une adaptation évolutive aux environnements arides et semi-arides typique de l'Algérie. Ces caractéristiques morphologiques sont essentielles pour la survie de cette sous-espèce dans des conditions de sécheresse et de chaleur, influençant à la fois sa capacité de pollinisation et ses interaction écologiques (Bargan, C ; et al, 2019). Elle est souvent observée dans les régions de Kabylie et de Tell Atlas.

1.2 L'abeille saharienne (*A. mellifera sahariensis*)

A. mellifera sahariensis est adaptée aux conditions semi-arides du Sahara. Cette sous-espèce est principalement trouvée dans les régions du sud de l'Algérie, notamment autour des oasis de Ghardaïa, Ouargla, Adrar et Tamanrasset où les conditions climatiques sont beaucoup plus extrêmes. Les populations d'*Apis mellifera sahariensis* sont bien adaptées à la sécheresse et à la température élevée typique du désert. Elle est caractérisée par sa coloration claire avec la présence des bandes abdominale claire (fig.2)



Figure 2: *Apis mellifera sahariensis* (Original,2025)

2.Position systématique de l'abeille domestique

D'après Ruttner (1988). La sous-espèce *Apis mellifera intermissa*, connue sous le nom d'abeille nord-africaine, appartient à la classification systématique suivante :

- Règne : Animalia
- Embranchement : Arthropoda
- Sous embranchement : Antennata
- Classe : Insecta
- Sous classe : Pterygota
- Ordre : Hymenoptera
- Sous ordre : Apocrodea
- Super famille : Apoidea
- Famille : Apidae
- Genre : *Apis*
- Espèce : *A. mellifera*
- Sous espèce : *A. mellifera intermissa* Linnaeus, 1758.

3. La morphologie de l'abeille domestique

D'un point de vue morphologique, le corps d'abeille se divise en trois tagmes : la tête, le thorax et l'abdomen. Il est recouvert d'une cuticule, une membrane externe rigide de nature chitineuse, formant un exosquelette couvert de poils et abritant divers organes vitaux (Fig. 3) (Ravazzi, 2007 ; Biri, 2010).

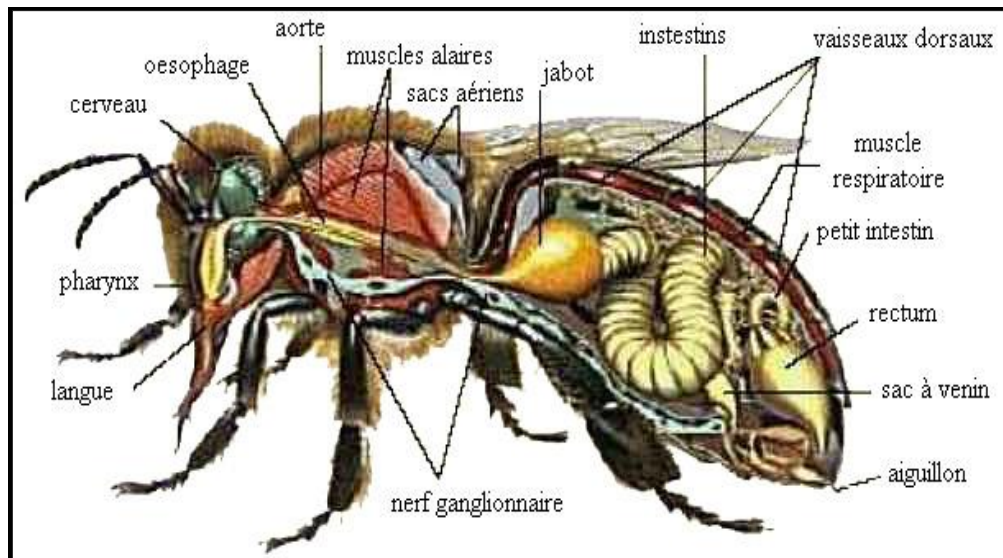


Figure 3 : Schéma de l'anatomie interne de l'abeille domestique *Apis mellifera*

3.1. La tête

Selon Prost (2005) Au niveau de la tête de l'abeille se trouvent les organes suivants :

- **Cerveau** : Contient le système nerveux central.
- **Tube digestif** : Le début de tube digestif commence ici
- **Glandes hypophrygiennes** : Très développées chez la nourrice, moins chez la butineuse. Elles produisent des enzymes pour la fabrication du miel.
- **Glandes mandibulaires** : Situées derrière la mandibule, produisent une phéromone essentielle à la régulation sociale de la colonie. Leur sécrétion combinée à celle des glandes hypophrygiennes des ouvrières, forme la gelée royale.
- **Glandes labiales** : Présentes dans la tête et le thorax. Composées de petits sacs reliés par canaux, elles contribuent à la production de la gelée royale et secrètent une salive qui dissout le sucre.

3.2.Le thorax

Prost 2005, rappelle qu'au niveau du thorax se trouvent les organes suivants :

- **Œsophage** : Traverse le thorax.
- **Sacs aériens** : Paroi fine et fragile, reliés à l'extérieur et aux organes internes par les trachées, permettant les échanges gazeux.
- **Muscles** : Muscles puissants contrôlent les ailes.
- **Glandes labiales thoraciques** : Sécrètent une salive qui dissout le sucre.

3.3.L'abdomen

Prost (2005) rappelle qu'au niveau de l'abdomen se trouvent les organes suivants :

- **Tube digestif** :

-**Jabot** : à cet endroit, l'abeille stocke le nectar avec une capacité de 40 microlitres chez l'ouvrière.

- **L'intestin moyen (ventricule)** : le lieu de la digestion de la nourriture, avec un pro-ventricule régulant le passage du contenu du jabot.

-**Intestin postérieur** : plus effilé que l'intestin moyen. Contient les tubes de Malpighi, organes extérieurs équivalents aux reins.

-**Rectum** : où s'accumulent les déchets digestifs avant leur expulsion lors des vols de propreté.

- **Sacs aériens** : Permettent la respiration, reliés aux organes ternes par les trachées.
- **Cœur** : Dorsalement situé, envoie l'hémolymphe (liquide nourricier) dans vaisseaux. L'hémolymphe est incolore, riche en magnésium, et sans globules rouges.
- **Organes excréteurs** : Tubes de Malpighi, qui drainent les déchets de la cavité générale et les évacuent à la sortie de l'intestin moyen.
- **Chaine nerveuse** : Contient une série de ganglions et de nerfs sensitifs et moteurs, s'étendant le long de la face ventrale de l'abdomen et du thorax jusqu'au cerveau.

4. Cycle de vie

Les abeilles sont des insectes holométaboles, c'est-à-dire qu'elles subissent une métamorphose complète lors de leur développement selon leurs différents stades évolutifs (œuf, larve, nymphe, adulte) (fig. 4).



Figure 4 : Cycle de développement de l'abeille (<http://www.apiculture.net/blog/cycle-vie-abeilles-n38>)

Après l'accouplement lors du vol nuptial, la reine fécondée revient à la ruche, se place au centre d'un rayon et entame la ponte d'un œuf dans chaque alvéole en suivant un mouvement circulaire, allant du centre vers le périphérique.

- **L'œuf** : L'œuf qui est blanc et cylindrique, mesure entre 1,3 et 1,8 mm et pèse entre 0,12 et 0,22 mg. Il se développe pendant 3 jours en utilisant la vitelline comme seule source d'énergie (Vonfrisch, 2011). Au début, l'œuf est positionné verticalement dans la cellule, puis il s'incurve et se courbe avant de s'allonger au fond de la cellule (Alberti et Hanel, 1986). Après trois jours, la membrane se dissout, donnant naissance à une larve de stade L₁ pesant environ 0,1 mg (Winston, 1993).
- **Le stade larvaire** : La larve, de forme vermiforme, est dotée uniquement d'un tube digestif rudimentaire, ce qui restreint son rôle à l'ingestion de nourriture, nourrie par les abeilles nourrices, se consacre uniquement à manger. Elle subit cinq mues et peut multiplier son poids jusqu'à 2300 fois selon la caste. Selon (Smith et *al.*, 2019) cette prise de poids est due à la forte teneur énergétique de la nourriture ingérée durant ce stade.

Le 9 -ème jour, l'alvéole est scellée par de la cire, et la larve commence à fabriquer un cocon. La durée de ce stade varie en fonction de la caste de l'abeille : reine, ouvrières, faux-bourdon.

- **Le stade nymphal et imago :** Durant ces deux phases, l'abeille développe progressivement ses caractéristiques d'adulte : la tête, ses yeux, ses pièces buccales, ainsi que son thorax, ses pattes et son abdomen. Les mandibules se forment, permettant à l'abeille adulte, appelé imago, de percer l'opercule de cire qui scelle l'alvéole. Une fois complètement formée, l'abeille quitte l'alvéole et commence à battre des ailes. Sa cuticule externe, encore molle, durcit et sèche progressivement sur une période de 12 à 24 heures. Dès que ce processus est terminé, l'abeille est prête à entreprendre ses premières tâches au sein de la colonie. Selon la caste, son poids varie entre 80 et 292 mg. La reine étant l'individu le plus lourd de la colonie (Smith *et al.*, 2021).
- **Le stade adulte :** L'abeille domestique, est marquée par une organisation sociale complexe et une répartition des tâches strictement définie en fonction de l'âge et de la physiologie des individus. Chez les ouvrières, qui forment la majorité des adultes, leur cycle de vie est divisé en plusieurs phases. Les abeilles adultes débutent par des tâches internes à la ruche, comme le nettoyage des cellules et le nourrissage des larves avec de la gelée royale (Robinson, 1992). Après quelques jours, elles se consacrent à la fabrication de la cire et à la construction des rayons. En vieillissant, vers deux à trois semaines, elles deviennent butineuses et sortent de la ruche pour récolter nectar, pollen, eau et propolis (Seeley, 1982).

Le passage d'une tâche à une autre est modulé par des facteurs hormonaux et neurobiologiques, notamment par les niveaux d'hormones juvéniles et de vitellogénine, qui régulent le comportement de l'adulte (Amdam *et al.*, 2004).

Cette flexibilité comportementale permet à la colonie de s'adapter aux besoins dynamiques de l'environnement et assure la survie de l'espèce. En parallèle, la reine, la seule abeille fertile se consacre uniquement à la ponte des œufs, tandis que les mâles (faux-bourdon) ont pour unique fonction de féconder les reines vierges lors de vols nuptiaux (Koeniger *et al.*, 2005).

5. Organisation sociale de la colonie d'abeille

La colonie de l'abeille domestique est mysogyne, elle est constituée de trois castes dont le rôle est prédéfini (fig. 5) :

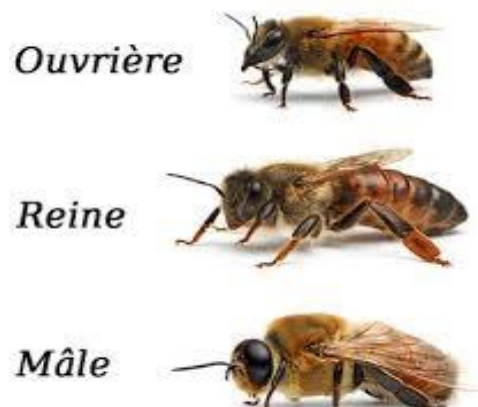


Figure 5 : les différentes castes de l'abeille domestique (<https://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/evolution/aLaUne/epigenetique/epigenetique-de-labeille/Castes%20abeilles-2.jpg/image>)

5.1. La reine

La reine est seul individu fertile de la colonie et résulte de la fécondation d'un œuf (Caron, 1999; Marchenay et Bérard, 2007). Elle se distingue par son thorax plus volumineux que celui des ouvrières et un abdomen plus long, mesurant environ 16 mm de long avec un thorax de 4,5 mm de diamètre (Biri, 2010). Durant son développement larvaire, elle est exclusivement nourrie de la gelée royale (Clément, 2000 ; Le conte et *al.*, 2001) . La reine assure la pérennité de la colonie en pondant entre 1500 et 2000 œufs par jour et contrôle les activités de la ruche grâce à la sécrétion de phéromones.

5.2. Les faux-bourçons

Les faux-bourçons, sont les mâles de la colonie d'abeilles, naissent à partir d'œufs non fécondés environ 24 jours après leur ponte. Ces œufs transitent à travers les ovaires de la reine sans recevoir de sperme et donnent naissance uniquement à des mâles, qui peuvent vivre jusqu'à trois mois (Zambou, 2009). Les faux-bourçons se reconnaissent par leur grande taille, leurs corps trapus et poilus, ainsi que leurs yeux larges et rapprochés. Leur vol est généralement lourd et bruyant. Leur rôle est de féconder les reines vierges lors des vols nuptiaux, bien que leur fonction au sein de la colonie reste encore partiellement comprise (Zambou, 2009).

5.3. Les ouvrières

Femelles stériles, issues d'œufs fécondés (Caron, 1999), constituent la majorité de la population d'une colonie d'abeilles. Elles sont responsables de la plupart des tâches au sein de la ruche, notamment l'entretien, le nourrissage de la reine, des larves et des faux-bourçons, ainsi que la récolte du nectar et du pollen. Elles sont équipées de pattes spécialisées pour faciliter ces récoltes. Bien que leurs ovaires soient atrophiés, certaines ouvrières peuvent pondre des œufs non fécondés qui donnent naissance à des faux bourçons (Ravazzi, 1996 ; Le Conte, 2002).

-Le cycle de développement des ouvrières

Les ouvrières se développent pendant 21 jours (Laidlaw et Page, 1997), et leurs fonctions évoluent au cours de leurs vie : elles passent de nourrices à butineuses, en passant par la sécrétion de cire. Leur espérance de vie varie selon les saisons, de 15 à 70 jours en été et jusqu'à 243 jours en hiver (Fluri, 1994).

Leur poids peut fluctuer entre 81 et 152 mg, influencé par leur rôle au sein de colonie, notamment en tant que nourrice ou butineuses (Winston, 1993 ; Smedal et *al.*, 2009). Comme la reine, elles sont munies d'un dard, mais elles ne survivent pas après l'avoir utilisé (Fig. 6)

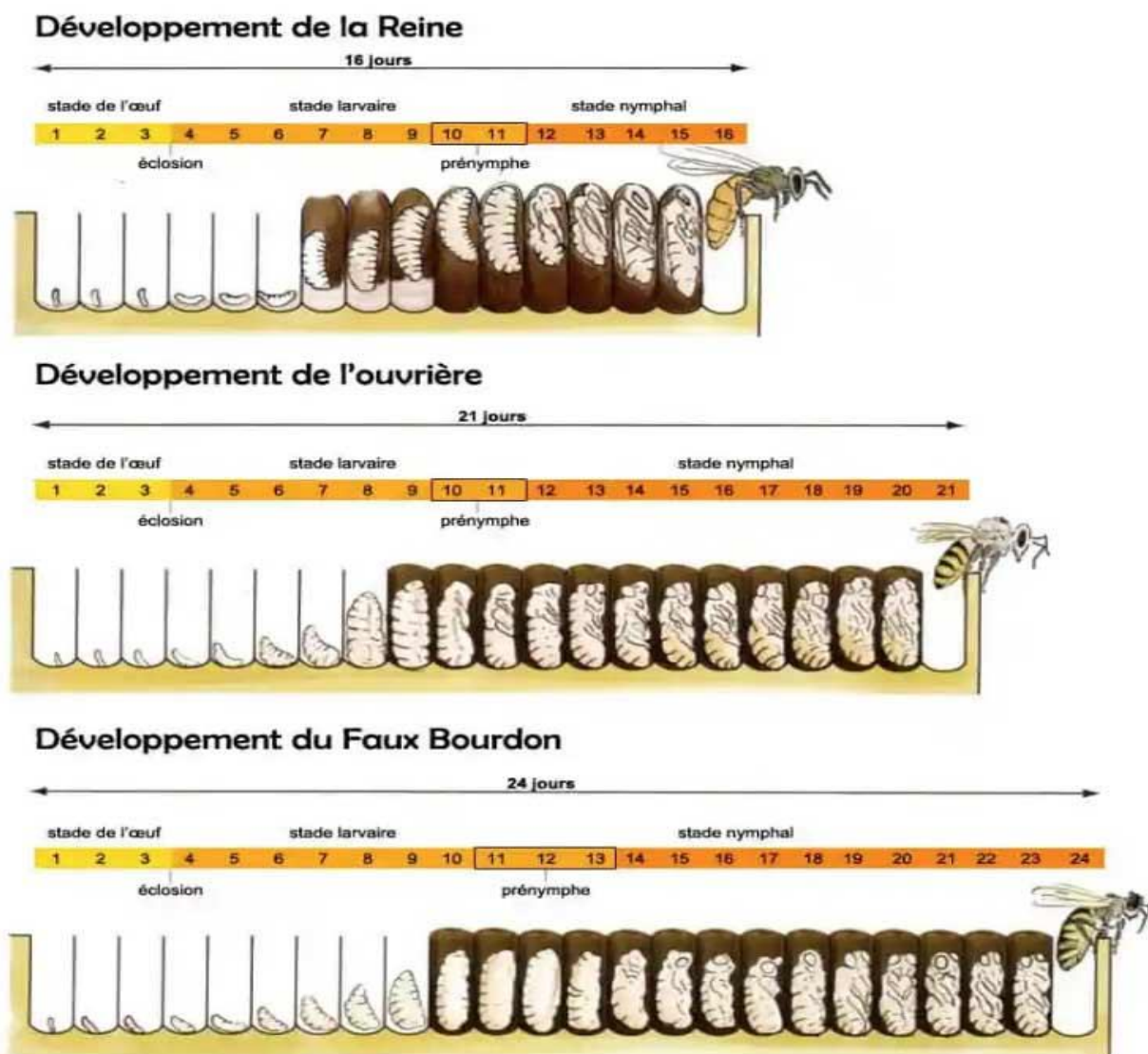


Figure 6 : Stades de développement de la reine, l'ouvrière et du Faux-bourdon.

6. Différents rôles des ouvrières

Les ouvrières, qui constituent la majorité de la colonie d'abeilles, assurent une diversité de rôles essentiels pour la survie et la productivité de la ruche. Selon Seeley (1982), les ouvrières d'*Apis mellifera* adoptent des rôles spécifiques en fonction de leur âge :

- **Nourrices (1- 10 jours) :** Les jeunes ouvrières s'occupent principalement du nourrissage des larves et la reine. Elles produisent une substance nutritive, la gelée royale, à partir de leurs glandes hypophrygiennes pour alimenter les larves.

- **Nettoyeuse (1- 2 jours) :** Elles nettoient et désinfectent les cellules vides de la ruche, préparant les alvéoles pour de nouveaux œufs ou pour le stockage de miel et de pollen.
- **Construction de cire (12-18jours) :** Grâce à leurs glandes cériques, les ouvrières produisent de la cire utilisée pour construire les rayons de la ruche, où sont stockés le miel, le pollen et où les larves se développent.
- **Magasinières (12-20 jours) :** Elles reçoivent et stockent le nectar et le pollen apportés par butineuses, transforment le nectar en miel par un processus de régurgitation et d'évaporation.
- **Ventileuses (à partir de 10 jours) :** Pour réguler la température et l'humidité dans la ruche, des ouvrières battant des ailes pour ventiler l'intérieur, particulièrement pour sécher le nectar en cours de transformation du miel.
- **Garde (18-21 jours) :** Certaines ouvrières sont responsables de la protection de l'entrée de la ruche contre les intrus, comme les abeilles d'autres colonies et les prédateurs.
- **Butineuses (après 21 jours) :** Les abeilles plus âgées quittent la ruche pour butiner le nectar, le pollen, l'eau et la propolis. Ces ressources sont essentielles pour nourrir la colonie, fabriquer du miel et entretenir la ruche.

Les ouvrières jouent ainsi un rôle fondamental à chaque étape de la vie de la colonie, en assurant à la fois la reproduction, le stockage des ressources et défense.

7. Le couvain

Le couvain est l'endroit où on trouve les formes immatures de l'abeille (œufs, larves, nymphes). Le couvain d'ouvrières se situe au centre du nid par contre celui des faux-bourçons et de la reine se trouve en périphérie.

7.1 Couvain ouvert : il renferme les œufs et les jeunes larves (Prost, 2005) (fig.7)



Figure 7 : Couvain ouvert (Originale, 2025)

7.2 Couvain operculé (fermé) : Qui correspond au stade nymphal (Prost, 2005). Les alvéoles sont couverts par une mince couche de cire produite par les ouvrières cirières (Ravazzi, 2007). (Fig.8)



Figure 8 : Couvain operculé (Originale, 2025)

8. Produits de la ruche

- **Le miel**

Le miel est une substance sucrée naturelle élaborée par les abeilles à partir du nectar des fleurs ou des sécrétions de certaines parties des plantes vivantes. Les abeilles butinent ces matières, les transforment en les combinant avec des enzymes et les entreposent dans les rayons de la ruche. Ce processus de transformation comprend déshydratation du nectar et sa maturation, ce qui permet au miel de se stabiliser et d'acquérir ses propriétés uniques (Codex alimentarius). Il est riche en sucre naturel, principalement et le fructose, et contient également des acides aminés, des vitamines, des minéraux et des antioxydants, ce qui lui confère des vertus nutritionnelles et thérapeutique (Bogdaw et al ; 2008 ;Sabo ;2020) .

- **La gelée royale**

La gelée royale est une substance sécrétée par les glandes hypopharyngiennes et mandibulaires des jeunes abeilles nourrices. Elle est de couleur blanchâtre, légèrement acide et faiblement sucrée. C'est la source nutritive initiale pour toutes les larves de l'ensemble des castes apicoles au cours de leurs trois premiers jours de développement. À partir du quatrième jour, seules les larves destinées à la caste royale sont alimentées par ce produit. La gelée royale est l'aliment exclusif de la reine tout au long de sa vie (Ravazzi, 2003).

- **La propolis**

La propolis est un mélange composé essentiellement de résines, de cire, d'huiles essentielles et de pollen. C'est une matière, malléable à chaud, plastique et très collante qui durcit et devient cassante au froid, est utilisée pour réparer les fissures et combler les interstices de la ruche (protections contre l'humidité et le développement de moisissures). Son effet bactéricide et fongicide est utilisé pour désinfecter les alvéoles avant le dépôt des œufs, du miel ou du pollen (Bruneau, 2004).

- **Le pollen**

Le pollen est une poudre fine de la fleur et qui est récoltée par les abeilles (Biri ,2003). Le pollen est riche en protéines, il sert à nourrir les larves (Nair, 2014). Sa composition varie en fonction de son origine florale. Le pollen présente l'unique source protéique (20 à 35% de la matière sèche) et la principale source de vitamines, de lipides et de sels minéraux

(essentiellement potassium, phosphore, fer, manganèse, zinc et cuivre) des abeilles (Adam, 2011).

- **La cire**

La cire est une substance sécrétée par les glandes cirières des jeunes ouvrières pour construire les alvéoles de leur nid. (Prost et Le Conte, 2005). Dans leur environnement naturel, la cire est utilisée pour réaliser un abri résistant et flexible (Ravazzi, 2003)(Fig.9).



Figure 9: La cire (<https://chandmiel.com/index.php/fr-c>)

- **Le venin**

Le venin d'abeilles est un mélange complexe d'enzymes, de protéines, de peptides et d'acides aminés ce qui lui confère ses propriétés anti-inflammatoire (Prost, 2005). Lorsqu'une abeille pique, le venin est pompé dans la victime à l'aide d'aiguillon. C'est un liquide semblable à un sirop, de couleur jaunâtre et opalescent. Son odeur ressemble à celle du miel, et son PH est acide (Bechet, 2002).

Chapitre II
Synthèse
bibliographique sur
le varroa

1. Origine et biologie

Le varroa *Varroa jacobsoni* ou bien *Varroa destructor* est un acarien ectoparasite découvert pour la première fois sur l'abeille asiatique *Apis cerana* en Indonésie en 1904. Ce parasite a co-évolué avec *Apis cerana*, une espèce qui a développé des mécanismes de résistance naturelle, notamment un comportement de toilette efficace, limitant l'impact de l'infestation (Rath, 1999). Initialement restreint aux populations d'abeilles asiatiques, *V. jacobsoni* n'infligeait que peu de dommages aux colonies d'*Apis cerana* en raison de cette relation évolutive. Toutefois, dans les années 1950, le parasite a commencé à coloniser les colonies d'abeilles européennes (*Apis mellifera*) introduites en Asie. Cette nouvelle espèce d'hôte, qui n'avait pas coévolué avec le varroa, s'est montrée beaucoup plus vulnérable. Les infestations par *V. destructor* ont conduit à des pertes massives de colonies d'abeilles européennes, provoquant une menace significative pour l'apiculture mondiale (Oldroyd, 1999). Biologiquement, le Varroa se nourrit de l'hémolymphe des abeilles adultes et du couvain, affaiblissement les abeilles et facilitant la transmission de virus, notamment le virus des ailes déformées (DWV) (Bowen- Walker et al., 1999). Le cycle de reproduction du varroa se déroule dans les cellules operculées du couvain, où la femelle pond plusieurs œufs, assurant une prolifération rapide du parasite dans les colonies hôte (fig. 10)(Ifantidis, 1988).



Figure 10: Abeilles infesté par le varroa (<https://gdsa83.fr/la-varroose/>)

2. Position systématique

Selon Anderson et Treuman, (2000), la classification scientifique du varroa est la suivante :

Règne : Animalia

Sous-règne : Eumetazoa

Embranchement : Arthropoda

Sous embranchement : Chelicerata

Classe : Arachnida

Ordre : Mesostigmata / Gamasida

Sous ordre : Dermanyssina

Famille : Varroidaes

Sous famille : Varroinae

Genre : *Varroa*

Espèce : *Varroa destructor*. Anderson & Trueman, 2000.

3. Dimorphisme sexuel

En termes de morphologie générale, le Varroa présente une ressemblance frappante avec un petit crabe, surnommé « tourteau » ou « dormeur » (*Cancer pagurus*), avec une taille estimée à environ 1mm (Rosenkranz et al., 2010). Toutefois, cette similitude s'arrête ici, car le Varroa est particulièrement aplati et ses pattes courtes et robustes lui permettent de se déplacer aisément au sein de la ruche. Cette configuration lui facilite aussi l'adhérence à son hôte, tout en se laissant transporter par celui-ci (Martin, 2001).

3.1 Le mâle

Le mâle est significativement plus petit que la femelle, avec une couleur vert pâle (Fig.11). Il mesure entre 0,75 et 1,0 mm de longueur et 0,7 à 0,9 mm de largeur, arborant une forme plus arrondie que celle de la femelle (Martin, 2001). Le mâle n'est retrouvé que dans le couvain operculé, car il est incapable de survivre en dehors de celui-ci, étant dépendant de la femelle fondatrice pour se nourrir. Ses pièces buccales sont inadaptées pour perforer la cuticule des abeilles ou des nymphes, ce qui le rend extrême vulnérable à la déshydratation. Par conséquent, il meurt rapidement après l'émergence de l'abeille (Rosenkraz et al., 2010). Sa fonction principale est limitée à la reproduction, qui se déroule exclusivement dans le couvain operculé, souvent en présence de ses propres sœurs qui naissent après lui. L'appareil reproducteur du mâle se compose d'un testicule unique et un canal qui conduit les spermatozoïdes vers un orifice situé dans la région ventrale (Martin, 2001).

➤ Le mécanisme de reproduction

Le mâle utilise ses chélicères, dont la forme est adaptée, pour transférer les spermatozoïdes dans l'orifice génital de la femelle. La première paire de pattes est équipée d'un organe sensoriel qui capte les phéromones sexuelles émises par la femelle, déclenchant ainsi l'accouplement (Koeniger et *al.*, 1983).



Figure 11 : Le mâle de varroa (<https://mespremiereruches.com/varroa-destroyer-origine/>)

3.2 La femelle

La femelle reproductrice, souvent appelée « fondatrice », est la seule capable de survivre en dehors du couvain operculé, ce qui fait d'elle la seule forme adulte observée sur les abeilles (Rosenkreanz et *al.*, 2010). Son corps a une forme ovale, plus large que long, mesurant environ 1,7 mm de long sur 1,2mm de large avec une coloration brun foncé. Les jeunes femelles nouvellement écloses sont d'une teinte plus claire, qui s'assombrit progressivement.

Les chélicères de la femelle se terminent par des structures dentelées qui lui permettent de perforer la cuticule des abeilles et de leurs larves, facilitant ainsi son alimentation. Cela lui donne la capacité unique de créer un trou dans la cuticule de la nymphe, permettant à sa descendance de se nourrir (Bowen-Walker & Gunn, 2001). Ce trou est souvent appelé « trou de nutrition ».

La longévité de la femelle est variable, avec une espérance de vie allant de 2,5 à 3,5 mois durant la période estivale, tandis qu'en hiver, cette durée est significativement prolongée (Rosenkraz et *al.*, 2010).

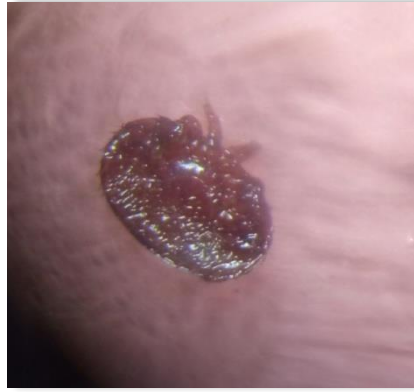


Figure 12 : La femelle de *Varroa destructor* observée sous microscope optique G x400
(Originale, 2025)

Sur le plan reproductif, l'appareil de la femelle se compose d'un seul ovaire produisant des cellules germinales. Elle possède une spermathèque, où les spermatozoïdes sont stockés après l'accouplement. La femelle ne s'accouple qu'une seule fois, un peu après sa naissance, et conserve les spermatozoïdes pour les utiliser ultérieurement lors de ponte dans le couvain (Martin, 2001).

4. Cycle biologique du Varroa

4.1 La phase phorétique (hors couvain)

Le cycle commence par une phase dite phorétique, où l'acarien adulte femelle se fixe sur une abeille adulte, généralement sur l'abdomen ou entre les segments du thorax, pour se nourrir de l'hémolymphe de l'hôte. Pendant cette phase, qui dure en moyenne de 4 à 11 jours selon la saison, l'acarien est transporté par les abeilles dans la ruche, permettant ainsi la propagation du parasite dans la colonie (Rosenkranz et *al.*, 2010).

4.2 Infestation du couvain

Lorsqu'une cellule de couvain est presque operculée, les femelles varroas quittent les abeilles adultes pour pénétrer dans la cellule contenant une larve d'abeille prête à se métamorphoser. Elles préfèrent de loin le couvain des abeilles (faux-bourçons) car celui-ci reste operculé plus longtemps, offrant un environnement propice à une reproduction plus importante (Martin, 2001).

4.3 Reproduction dans le couvain

Une fois dans la cellule operculée, le premier est toujours un œuf de mâle, et les suivants sont des femelles. L'œuf de mâle éclos en premier et est suivi des femelles, permettant ainsi l'accouplement dans la cellule avant la sortie des jeunes acariens à la naissance de l'abeille (Rosenkaranz et *al.*, 2010).

Le cycle de développement des varroas femelles se déroule en 3 étapes (Fig. 13):

- **Œuf** : Après environ 6 à 8 heures, l'œuf éclot en une larve.
- **Larve** : La larve subit plusieurs mues pour atteindre le stade.
- **Adulte** : Les femelles atteignent la maturité avant l'émergence de l'abeille adulte et sortent avec celle-ci de la cellule, tandis que le mâle meurt peu de temps après l'accouplement.

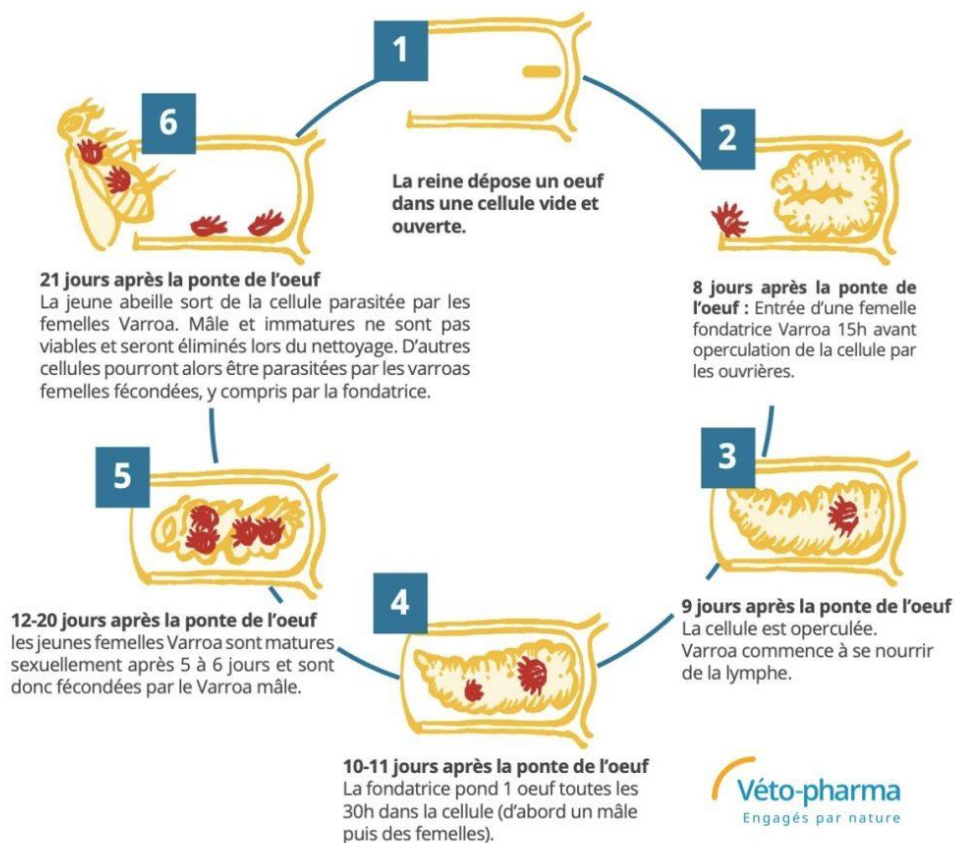


Figure 13: Cycle de reproduction du varroa dans le couvain (https://www.veto-pharma.com/wp-content/uploads/2022/02/BiologieVarroa_2020_FR.pdf)

5. Retour à la phase phorétique

Une fois adultes, les femelles matures quittent la cellule du couvain en même temps que les l'abeille nouvellement émergée (Fig. 14). Elle s'attache à une abeille adulte, tandis que le mâle meurt peu de temps après l'accouplement.

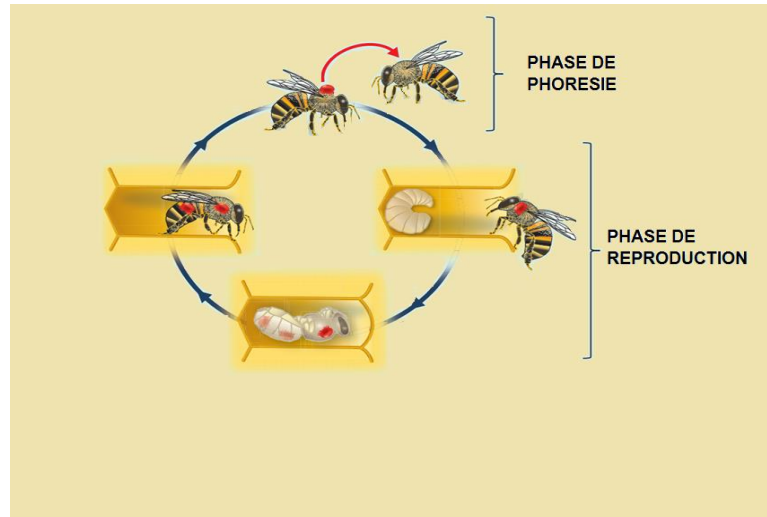


Figure14: Schéma représentant la phase de phorésie et la phase de reproduction

(https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRn5tZOqRLMM9nSTVz_Tuf0irZNXZdfH8CmXg&s)

6. Impact du varroa sur les abeilles et les colonies

6.1 Effet sur la santé des abeilles

Le varroa affaiblit les abeilles en se nourrissant de leur hémolymphe, ce qui compromet leur système immunitaire et les rend plus vulnérables aux infections virales. Par exemple, il a été démontré que la transmission du virus des ailes déformées (DWV) est étroitement liée à la présence du varroa, exacerbant les maladies virales au sein des colonies (Genersch, 2010). Les abeilles parasitées montrent souvent des malformations physiques, une réduction de leur longévité, et une capacité réduite à effectuer leurs tâches essentielles comme le butinage (Dainat *et al.*, 2012).

6.2 Effets sur la colonie

Le cycle de reproduction du varroa dans les cellules de couvain entraîne une infestation progressive qui peut mener à l'effondrement de la colonie si elle n'est pas contrôlée. Les colonies infestées subissent une mortalité accrue des abeilles, une diminution de la population totale (Rosenkrez *et al.*, 2010). De plus, les colonies affaiblies par le varroa sont plus susceptibles de mourir durant l'hiver, période où les abeilles ont besoin d'être en bonne santé pour survivre aux conditions climatiques difficiles (Martin *et al.*, 2001).

7. Symptômes de la varroase chez l'abeille adulte

Les abeilles adultes infectées présentent souvent des signes visibles de faiblesse et de malformations physiques (fig. 15). Parmi les symptômes les plus courants, se trouvent :

- Ailes déformées
- Abeilles d'une taille réduite
- Comportement anormal
- Mortalité élevée



Figure 15 : Photos des abeilles infectées par le varroa (https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ-0c-DqAtthfc2KUpGZRAUQzh2JVs-_cmfog&s)

8. Vecteur de maladie virale

8.1 Exemple le DWV

Le DWV (Deformed Wing Virus ou virus des ailes déformées en français) est un virus qui affecte principalement les abeilles mellifères. Il est associé à la déformation des ailes et à une diminution de l'espérance de vie des abeilles infectées, contribuant ainsi au déclin des colonies (Koziy et al., 2019 ; Genersch & Genersch, 2010). Le virus se propage souvent par le parasite *V. destructor*. L'infection par le DWV peut entraîner plusieurs symptômes chez les abeilles (Fig. 16):

- Ailes déformées ou atrophiées, rendant l'abeille incapable de voler.
- Abdomen rétréci.
- Faiblesse générale et mortalité précoce.



Figure16 : Photo représentant une abeille infecté par le DWV et une abeille saine.

9. Méthode de lutte contre le varroa

Pour lutter contre le varroa plusieurs méthodes sont utilisées

9.1 Méthodes chimiques

Selon Rosenkranz et al. (2010) pour effectuer la lutte chimique contre le varroa plusieurs substances sont utilisées comme :

- **Amitaz** : Il s'agit d'un acaricide couramment utilisé sous forme de bandes dans les ruches. Efficace mais peut entraîner une résistance à long terme.
- **Acide formique** : Appliqué en gel ou en vaporisation, il est efficace même contre les varroas cachés dans les cellules de couvain, mais il peut être dangereux pour les abeilles s'il est mal dosé.
- **Acide oxalique** : Généralement appliqué sous forme de gouttelettes ou de vapeur. Il est efficace en l'absence de couvain.
- **Thymol** : Extrait du thym, il est utilisé sous forme de gel ou de bande. C'est un traitement biologique qui ne laisse pas de résidus dans le miel.

9.2.Méthodes physiques

- **Découpage du couvain mâle** : Le varroa préfère se produire dans les cellules de couvain mâle. En retirant et détruisant ces cadres, en retirant et détruisant ces cadres, on réduit la reproduction des varroas.
- **Lutte thermique** : Elever la température de la ruche au- dessus de 40°C tue les varroas, mais peut aussi stresser les abeilles. (Le Conte, Arnold & Desenfant, 1990).

9.3. Méthodes biologiques

La lutte biologique se base sur :

- **Sélection génétique** : Certaines abeilles, comme l'abeille résistante au varroa, sont sélectionné pour leur capacité à détecter et à éliminer les larves infectées par le varroa. (Harbo & Harris, 1999).
- **Prédateurs naturels** : Utilisation d'organismes tels que les champignons entomopathogènes, qui peuvent infecter et tuer le varroa, bien que cette méthode en soit encore au stade expérimental. (Nazzi & Le Conte, 2016)

9.4.Méthodes biotechnologiques / pratiques apicoles

- Utilisation de grilles à varroa : Ces grilles permettent aux varroas de tomber du corps des abeilles et de ne pas remonter, réduisant ainsi leur nombre. (Rosenkranz et al., 2010)

Chapitre III

Matériel et méthodes

1. Objectif de l'étude

Le but de ce travail est d'examiner l'action acaricide de l'huile d'ail (*Alium sativum*) sur *Varroa destructor*, un parasite prépondérant pour les colonies d'abeilles domestiques (*Apis mellifera*). Ce projet cherche à étudier une option naturelle et pérenne face aux traitements chimiques traditionnels, couramment à l'origine de résistances chez les acariens et de résidus préjudiciables dans les produits apicoles. L'étude vise à examiner l'efficacité de l'huile de l'ail dans la lutte contre la mortalité des varroas, ainsi que son effet potentiel sur la santé des abeilles. Les résultats obtenus pourraient être utiles pour l'élaboration de stratégies de lutte biologique qui sont plus respectueuses de l'environnement et de la santé des pollinisateurs.

2. Présentation du milieu d'étude

Le lieu d'étude s'appelle « Tamda-lilane » commune d'Iflissen, il se situe à 3 km de Tizirt, une ville côtière de la wilaya de Tizi Ouzou, en Algérie. Géographiquement, située dans une zone montagneuse du Tell central, caractérisée par un relief accidenté et une végétation méditerranéenne (Fig. 17 et 18)

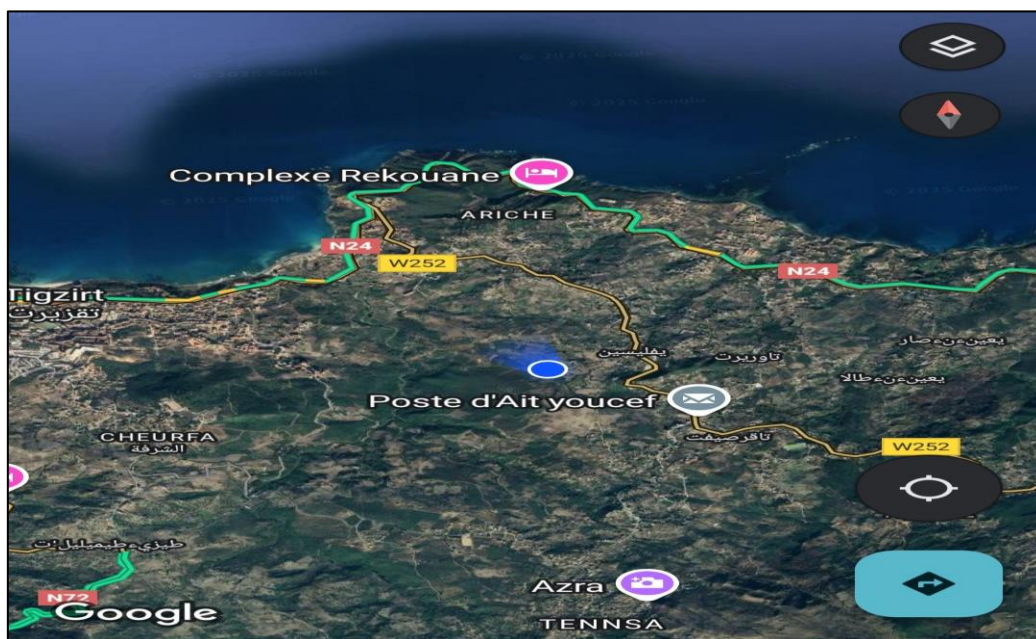


Figure 17 : situation géographique de la zone d'étude (Originale Google maps, 2025)

3. Etude climatique

Le climat de la région de Tizirt est caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides, a un impact direct sur le comportement des abeilles, indispensables à la pollinisation. Les périodes idéales pour le butinage sont influencées par les conditions météorologiques, avec des températures moyennes qui fluctuent de 14°C au mois de janvier et

29° C au mois d'août et une pluviométrie annuelle d'environ 752 mm. Lorsque la température excède 15°C et que le vent demeure léger, les abeilles montrent une activité accrue, alors que l'activité des abeilles diminue avec la pluie et/ou le froid. Ainsi, le printemps et l'automne créent les conditions idéales pour leur croissance et la production de miel.



Figure18 : Zone d'étude (Original, 2025).

4. Emplacement des ruches

L'étude a été réalisée sur des colonies d'abeilles installées dans un rucher situé à Tamda-lilane commune d'Iflissen, wilaya de Tizi-Ouzou un emplacement choisi en raison de ses conditions environnementales favorable à l'élevage apicole.



Figure19: Photos des ruches d'études (Original, 2025)

5. Matériel

5.1. Matériel biologique

. Pour cette expérience, quatre ruches pleines d'abeilles domestiques *A. mellifera* intermissa ont été choisies par rapport à leur infestation par le parasite *Varroa destructor*.

5.2. Matériel de laboratoire

Le matériel utilisé pour la détermination de l'effet de l'huile d'ail sur le Varroa et sur les abeilles est le suivant (Fig. 20) :

- Boite de pétri
- Une pince pour le prélèvement des varroas
- L'huile essentielle d'ail
- Du sucre glace
- Une boîte de verre contenant les abeilles infestées
- Un tamis pour séparer les varroas des abeilles
- Papiers filtre

➤ Matériel utilisé pour tester l'huile d'ail sur les abeilles



Figure 20 : Matériel utilisé pour tester l'huile essentiel d'ail sur le varroa et sur les abeilles

(Original, 2025)

Micropipette / Tubes à essai / L'acétone

5.3. Matériel apicole

Les images de la figure 21 illustrent les principaux matériels apicoles utilisés au cours de cette étude, indispensables à la conduite des expérimentations et à l'élevage des colonies.

- 04 ruche de type Longstroth placé à côté d'un verger (fig.21).
- Une combinaison : Pour se protéger contre les piqûres d'abeilles (fig.21).
- Des gants en cuir et des bottes pour éviter l'entrée des abeilles (fig.21).
- L'enfumeur : La fumer aide à maintenir les abeilles calmes (fig.21).
- Le lève cadre : Le lève cadre est utilisé pour enlever et les cadre en toute sécurité.
- Les plateaux grillagés : sont utilisés pour piéger les acariens *V. destructor*.
- Une matière grasse : enduire les langes sur lesquelles tombent les acariens.



Figure 21 : Combinaison / Gants / Lève cadre / L'enfumeur (Original, 2025)

5.4. Matériel végétale

-L'huile essentielle d'ail (*Allium sativum*)

L'huile essentielle d'ail (*Allium sativum*), bien que moins populaire que d'autres huiles essentielles en aromathérapie à cause de son odeur très forte et persistante, possède des propriétés thérapeutiques puissantes, principalement liées à ses composants soufrés comme l'allicine. L'huile essentielle d'ail (*A. sativum*) est extraite de bulbe d'ail, produite au laboratoire Centiflor, en Australie. Un flacon de 10 ml a été acheté (fig.22).



Figure 22 : A gauche bulbe d'ail, à droite flacon de l'huile essentielle d'*Allium sativum* (Original, 2025)

6. Méthodes

6.1. Méthode de détermination de taux d'infestation dans les ruches d'études

L'estimation de la population des abeilles dans chaque ruche et l'estimation de la population du varroa va nous aider à déterminer le taux d'infestation dans chaque colonie.

6.2. Méthode d'estimation de la population d'abeilles

Afin d'estimer la population des abeilles dans chaque ruche utilisée, la méthode de d'Imdorf *et al.* (1996) qui consiste à :

Dans une ruche Langstroth, on estime qu'il y a environ 1100 abeilles par face bien occupée. Ainsi, si on regarde tous les cadres de la ruche, on trouve un total d'environ 2200 abeilles, réparties sur deux faces de cadres.

Pour estimer la population totale d'abeilles dans une colonie, nous avons utilisé la formule suivante :

Nombre total d'abeilles = Nombre de cadres occupés par les abeilles x le nombre
d'abeilles dans un seul cadre.

6.3. Méthode d'estimation de taux de varroa

Le comptage de la chute naturelle du varroa en utilisant les plateaux grillagés, cette méthode nous a permis de compter facilement le nombre de varroa morts dans chaque ruche.

➤ **Pour déterminer la population totale de varroa, nous avons suivi la formule suivante :**

Population de varroa estimée = mortalité moyenne du Varroa par jour × 90

➤ **Pour calculer le taux d'infestation des abeilles, nous avons appliqué la formule suivante :**

TIA (%) = Population de varroa estimée / Population estimée des abeilles
× 100

6.4 Méthodes d'échantillonnages

6.4.1 Méthode d'échantillonnage des abeilles

Les abeilles sont enfumées pour les calmer. Ensuite, la ruche est ouverte pour localiser la reine pour qu'elle soit mise sécurité.

Un prélèvement de 50 abeilles choisies aléatoirement a été effectué. Les abeilles sont placées dans des boîtes en plastiques dont les couvercles sont aérés pour maintenir les abeilles en vie. Cette opération a été répétée pour les quatre ruches (Fig. 23).



Figure 23 : Ouverture de la ruche (Originale, 2025).

6.4.2 Méthode d'échantillonnage du varroa

La technique de saupoudrage est une méthode simple, mais efficace pour échantillonner les acariens varroa. Après le tamisage du récipient, la ruche est ouverte et un cadre est retiré délicatement puis secouer doucement au-dessous du sucre, méthode permettant de faire tomber les acariens. Par la suite un tamis est utilisé pour séparer les parasites et le sucre des abeilles. Une fois débarrassées des acariens, les abeilles sont remises dans la ruche. Cette méthode est non seulement efficace, mais aussi naturelle, car elle n'utilise pas de produits chimiques.

6.5.1. Méthode utilisée pour tester l'effet de l'huile essentielle de l'ail sur les abeilles

50 abeilles sont mises dans des bocaux en plastique. Un papier filtre a été suspendu à l'intérieur du couvercle de chaque boîte à l'aide d'un fil qui pénètre le couvercle par un trou. Ensuite, à l'aide d'une micropipette, le papier filtre est imprégné avec différentes doses de l'huile essentielle de l'ail (0.2, 0.4, 0.6, 1 μ l). L'opération a été répétée quatre fois avec un témoin sans huile essentielle pour chaque ruche, sachant que du sucre est ajouté avec de l'eau à chaque boîte afin de nourrir les abeilles (Fig 24).



Figure 24 : Test de l'huile d'ail et comptage de nombre d'abeilles mortes (**originale, 2025**)

6.5.2. Méthode utilisée pour tester l'effet de l'huile essentielle de l'ail sur le varroa

Nous avons commencé par la préparation des solutions d'huile essentielle de l'ail à différentes concentrations (0,2, 0,4, 0,6 et 1 μ l), diluées dans 500 μ l d'acétone. Ces solutions ont été transférées dans des tubes à essai en verre de 10ml à l'aide d'une micropipette.

Pour garantir une distribution homogène de l'huile dans chaque tube, les tubes roulés sur une surface plane. Après cela, les tubes sont laissés ouverts pour que l'acétone s'évapore, permettant ainsi à l'huile de former un film cohésif à l'intérieur.

Quatre répétitions réalisées pour chaque concentration, et un tube contenant uniquement de l'acétone ont servi de g témoin pour observer les différences d'effet. Dans des boites de pétri est mis le papier filtre contenant des différentes doses de l'huiles essentielle de l'ail et sont ajoutés les varroas vivants obtenu par la technique de saupoudrage et deux abeilles par boite afin de maintenir les varroas en vie (Fig. 25).



Figure 25 : Test de l'huile d'ail sur le varroa (Original, 2025)

7. Test de l'huile essentielle d'ail (*Allium sativum*) sur le terrain :

Pour confirmer l'efficacité de l'huile essentielle d'*Allium sativum* dans la lutte biologique contre la varroase, nous avons effectué un test sur le terrain. Nous avons préparé deux lots, chacun composé de deux ruches. Le premier lot a été traité avec 4,5 μ l d'huile essentielle d'ail (*Allium sativum*), tandis que le deuxième lot a reçu un traitement chimique à base d'Apivar. Le nombre de *Varroa destructor* tombés a été compté tous les deux jours pendant deux semaines (voir figure 26).



Figure 26 : Dispositif expérimental d'application de l'huile essentielle d'ail dans les ruches.

Tableau 01 : Présentation des lots expérimentaux.

Le tableau ci-dessous présente la répartition des lots expérimentaux, précisant pour chacun le type de traitement appliqué. Les lots sont choisis selon leurs taux d'infestation.

Lots	Ruches	Type de traitement
01	R1+R4	0,4 de l'huile essentielle d'ail
02	R2+R3	Une lanière d'APIVAR

Après deux semaines, nous avons renouvelé cette opération en traitant les deux lots avec un autre traitement chimique, le Byvarol (traitement témoin), puis nous avons compté les varroas morts tous les deux jours pendant deux semaines (Fig. 27).



Figure 27 : varroa obtenu après traitement par l'huile d'ail

8. Détermination de l'efficacité des traitements

Pour le calcul de l'efficacité de traitement nous avons appliqué la formule d'Abbott (1925) qui a été largement utilisée et adaptée dans les luttes biologique et entomologique pour évaluer l'efficacité des traitements antiparasitaire est la suivante :

$$\bullet \text{ EFFICACITÉ (\%)} = \left(\frac{B-A}{C} \right) \times 100$$

Le test de Kruskal-Wallis significatif indique qu'au moins un échantillon domine statistiquement un autre échantillon.

Chapitre IV

Résultats et discussion

1. Estimation de taux d'infestation initiale par *Varroa destructor* dans différentes ruches

Le tableau ci-dessous présente les estimations du taux d'infestation par *V. destructor* révélées dans les différentes ruches étudiées, permettant d'évaluer le niveau de pression parasitaire au sein des colonies.

Tableau 02 : Estimation de taux d'infestation initiale des ruches par le varroa.

Ruches	Nombre de varroa mort après un mois « A »	Mortalité moyenne « B » $B=A/30$	Population du varroa estimé « C » $C=B \times 90$	Population d'abeilles estimée « P »	Taux d'infestation initiale : T_i $T_i=C/P$ (%)
R1	57	1,9	171	13000	1,31
R2	66	2,2	198	26000	0,76
R3	68	2,27	204,3	26000	0,78
R4	177	5,9	531	45000	1,18

Estimation visuelle : On estime le nombre de cadre occupé par les abeilles et on attribue une moyenne de 2000 à 3000 abeilles par cadre plein.

D'après le tableau on remarque que toutes les ruches sont infectées par le varroa et présente un degré d'infestation qui varie entre 0,76% et 0,31%.

Les ruches 01 et 04 sont les plus infestées avec un taux d'infestation de 1,31% et 1,18 % respectivement.

2. Traitement à l'huile essentielle d'ail (*Alium sativum*) au laboratoire

2.1 Test de la toxicité de l'huile essentielle d'*A. sativum* sur les abeilles

2.1.1 Effet de la dose de l'huile essentielle de l'ail sur les abeilles

La figure 28 illustre les effets de différentes doses, permettant d'évaluer la toxicité potentielle en fonction de la concentration appliquée.

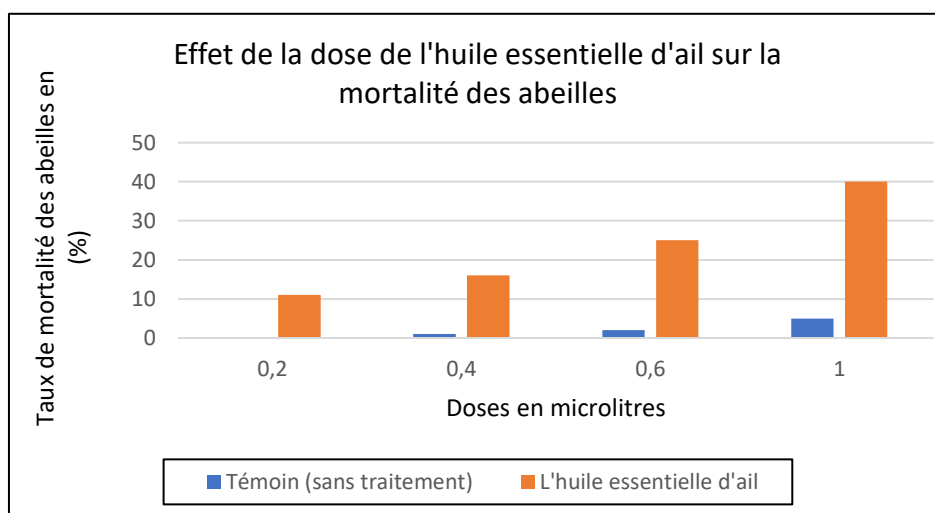


Figure 28 : Mortalité des abeilles en fonction de la dose de l'huile essentielle d'ail.

Selon la figure 28, l'huile essentielle de l'ail provoque une mortalité de 10% à la dose 0,2 μ l et une mortalité de 16% à la dose 0,4 μ l. La mortalité augmente à la dose 0,6 μ l et 1 μ l avec un taux de 25% et 40% respectivement. Comparé au groupe des témoins, le taux de mortalité dans ce dernier reste relativement faible.

2.1.2.Effet de la durée d'exposition à l'huile essentielle de l'ail sur les abeilles

La figure 29 présente l'évolution de la mortalité des abeilles en fonction de la durée d'exposition à l'huile essentielle de l'ail, dans le but de déterminer les effets temporels du traitement .

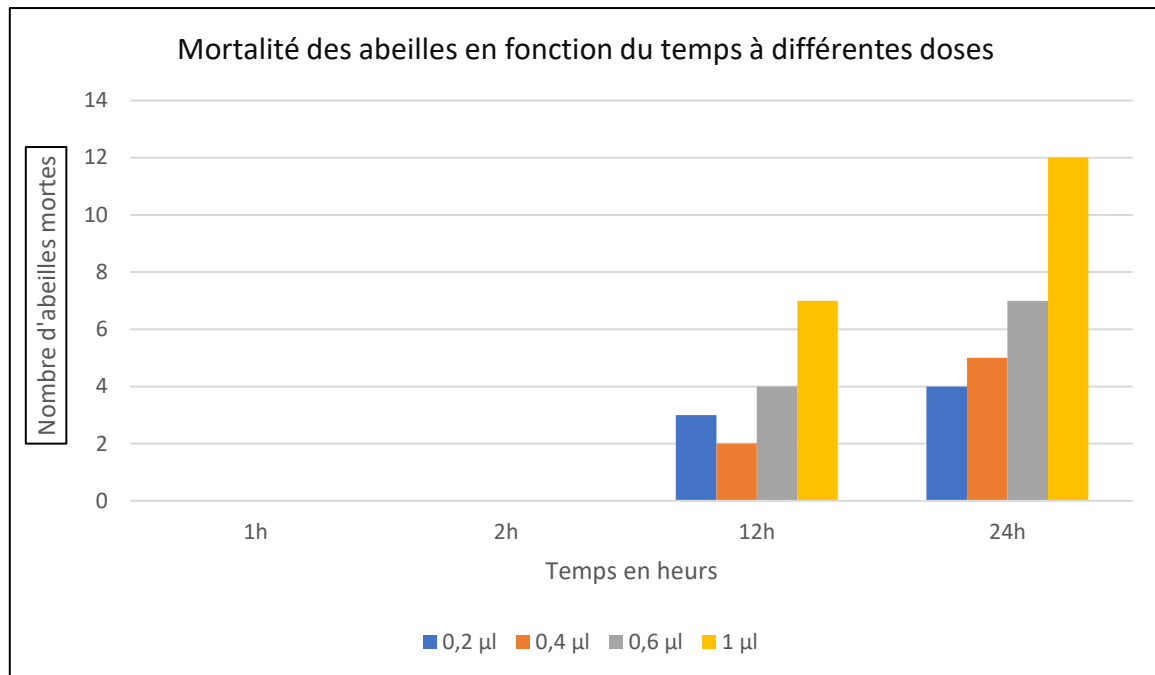


Figure 29 : Mortalité des abeilles à différentes doses, en fonction du temps.

- **A 1h et 2h** : Aucune mortalité n'est observée quelque soit la dose.
- **A 12h** : La mortalité des abeilles commence à apparaître surtout pour les doses les plus élevées ; 0,4 et 0,6 μ l (une mortalité modérée 4 à 6 abeille).
- **A 24h** : Une forte augmentation de la mortalité pour toutes les doses, 1 μ l atteint le nombre le plus élevé (environ 13 abeilles mortes)

2.2. Test de la toxicité de l'huile essentielle d'*A. sativum* sur le *Varroa destructor*

2.2.1. Effet de la dose de l'huile essentielle d'ail sur le varroa

La figure 30 illustre l'effet de différentes doses de l'huile essentielle d'ail sur *Varroa destructor*, afin d'évaluer la relation entre la concentration appliquée et le taux de mortalité du parasite.

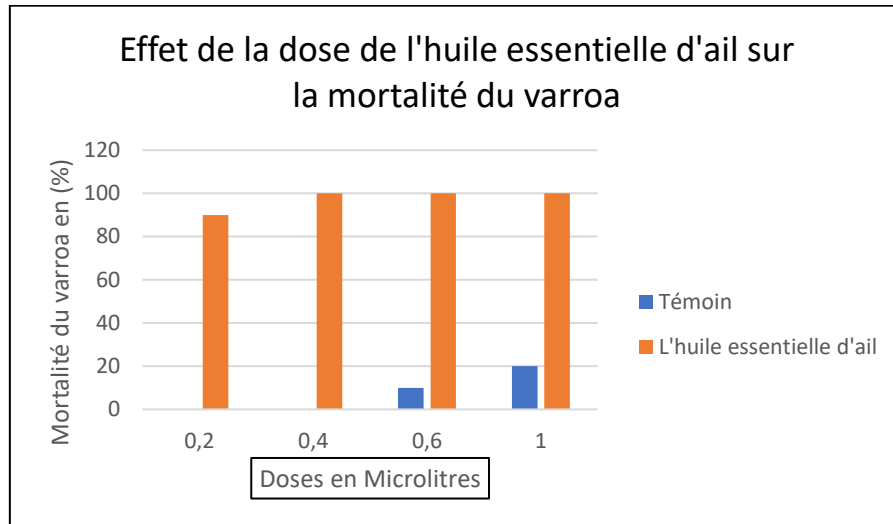


Figure 30 : Mortalité de varroa à différentes doses.

Selon la figure 30 on remarque qu'à 0,2µl on a obtenu un taux de mortalité de 90%, par contre on a obtenu un taux de mortalité total aux doses 0,4, 0,6 et 1µl. Cependant, la mortalité du groupe témoin reste faible et ne dépasse pas 20%.

2.2.2. Effet de la durée d'exposition à l'huile essentielle d'ail sur le varroa

Les résultats sont représentés sur la figure 31.

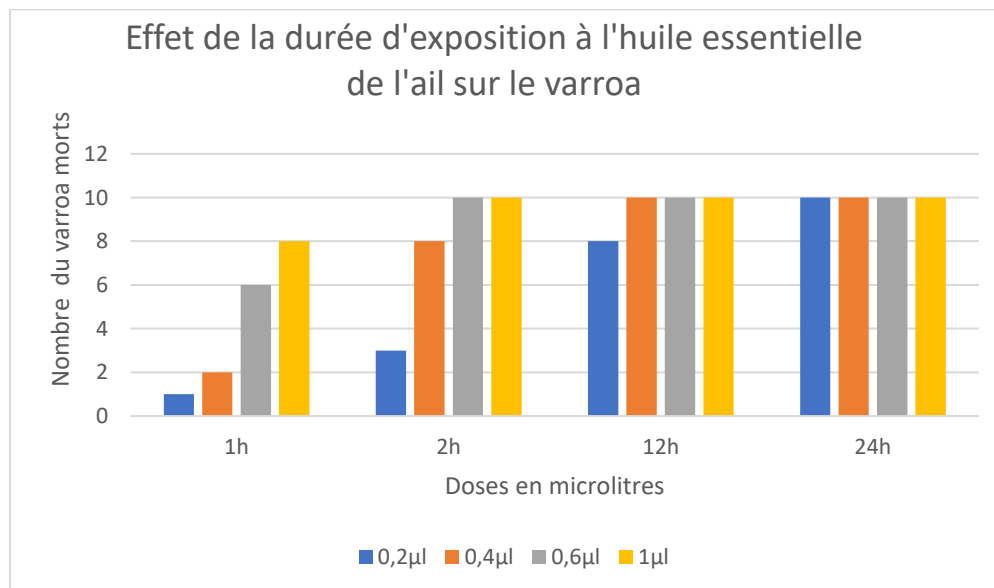


Figure 31 : Effet de la durée d'exposition de varroa à l'huile essentielle d'*A. sativum* sur le varroa

Selon la figure 3, nous remarquons que la mortalité du varroa est élevée dès les premières heures d'exposition, c'est-à-dire après 1h et 2h d'exposition pour les doses 0,6 et 1ul, cependant, la mortalité est un peu faible pour les doses 0,2 et 0,4ul.

Après 12h et 24h d'exposition la mortalité est très élevée pour toutes les doses, et elle atteint 100% après 24h pour toutes les doses.

3. Traitement sur le terrain

3.1. Traitement du lot 01 par l'huile essentielle d'ail

La figure 32 présente le nombre de mortalité de varroa observé avant et après les traitements par l'huile essentielle d'ail et Bayvarol, permettant d'évaluer l'efficacité comparative de ces deux traitements.

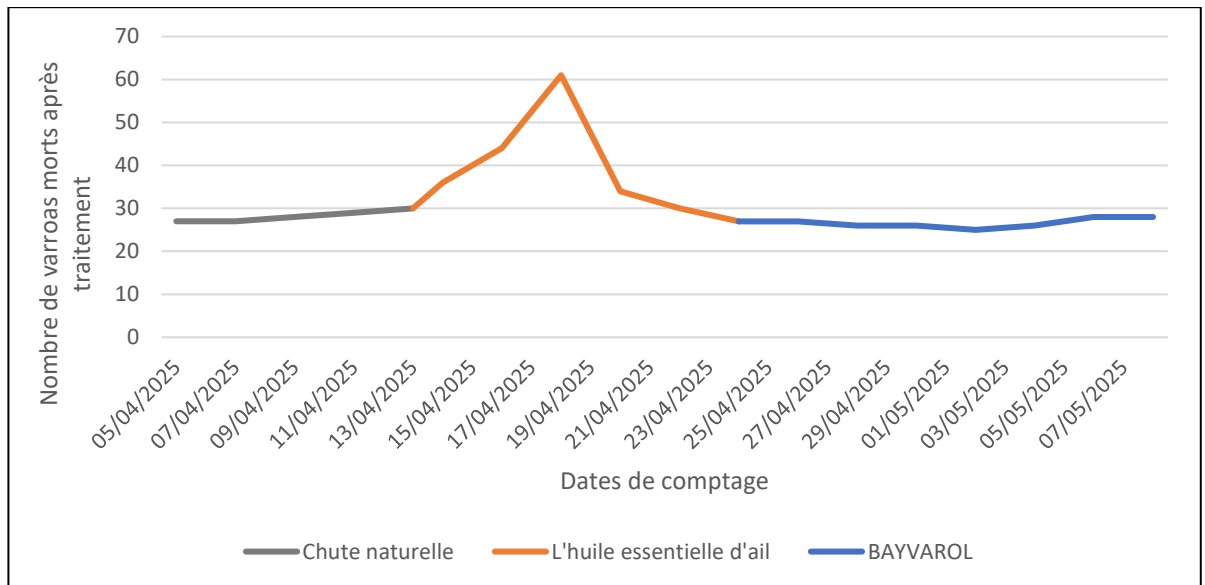


Figure 32 : Evolution de la mortalité du varroa après traitement par l'huile essentielle d'ail, et après traitement de contrôle Bayvarol

Les résultats obtenus montrent une différence notable entre les trois conditions de traitement Fig.32. La chute naturelle de varroa reste faible et constante durant toute la période d'observation, ce qui confirme que sans intervention, la mortalité de parasite est limitée. En revanche. Le traitement par l'huile essentielle d'ail entraîne une forte augmentation de la mortalité du varroa dès les premiers jours, avec un pic observé autour de 18/04/2025, atteignant près de 61 individus. Cette efficacité, bien que remarquable, s'avère de courte durée, car la mortalité chute rapidement par la suite. A l'inverse le traitement avec le produit de référence Bayvarol présente une montée progressive qui se stabilise autour de 25 à 28 varroas morts par jour, suggérant une action plus lente mais plus durable. Ces résultats indiquent que l'huile essentielle d'ail pourrait constituer une alternative naturelle intéressante pour un traitement choc, tandis que Bayvarol demeure efficace pour un control prolongé.

3.2. Traitement du Lot 02 par Apivar :

La figure 33 présente le nombre de mortalité de varroa observé avant et après les traitements par Apivar et Bayvarol, permettant d'évaluer l'efficacité comparative de ces deux traitements.

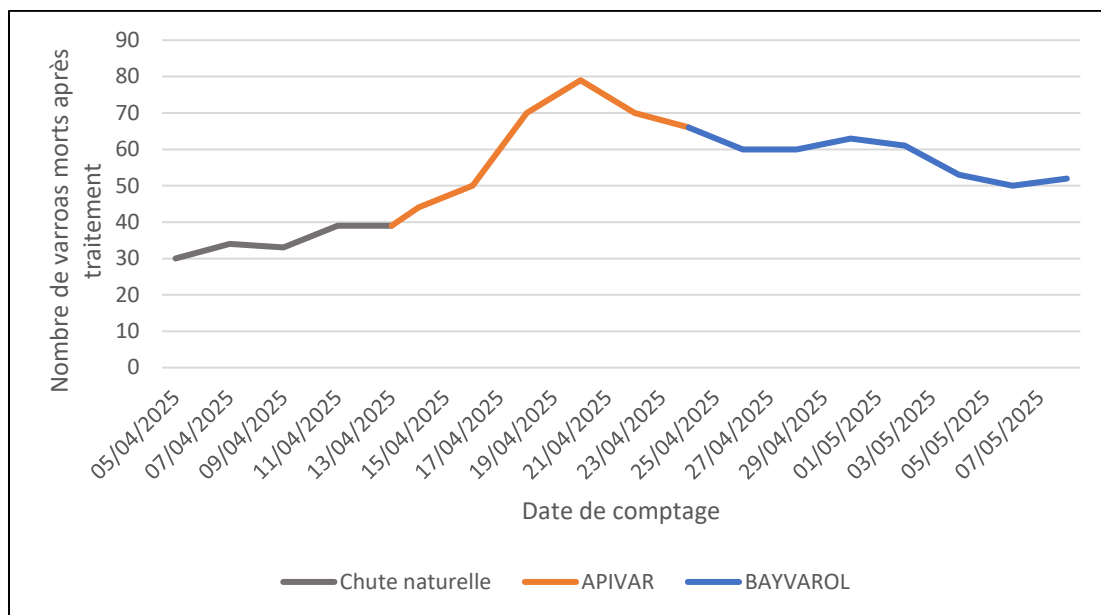


Figure 33 : Evolution de la mortalité de varroa dans le lot 02 en fonction du temps, dans le cadre d'un traitement avec Apivar

Nous remarquons qu'Apivar est très efficace avec une réaction rapide et forte sur le parasite dès les premiers jours, atteignant un pic important vers le 21/04/2025. Cette hausse rapide suggère une action immédiate et puissante du produit sur le parasite. Après ce pic, la mortalité diminue progressivement mais reste supérieure à celle observée pour la chute naturelle. En comparaison, le traitement Bayvarol produit un effet plus modéré et progressif, similaire à ce qui a été observé dans le lot précédent. La chute naturelle, quant à elle, demeure relativement stable et faible tout au long de l'expérience. Ces résultats confirment l'efficacité rapide d'Apivar.

Tableau 03 : comparaison de l'efficacité entre l'huile essentielle d'ail et Apivar.

Le tableau suivant présente une comparaison de l'efficacité entre l'huile essentielle d'ail et le traitement chimique Apivar, en se basant sur les taux d'infestation enregistrer avant et après les traitements.

Lots	Ruches	Traitement	Varroa mort naturellement « A »	Varroa mort après traitement « B »	BAYVAROL (Traitement de contrôle)	Varroa mort après le traitement de contrôle « C »	Efficacité en %
01	R1	L'huile essentielle d'ail	145,5	262		213	54,69
	R4						
02	R2	APIVAR	65,5	445		405	93,70
	R3						

Ces résultats montrent une efficacité modérée du traitement à l'huile essentielle d'ail qui présente 54,60%. Le nombre de varroa morts après traitement est significativement plus élevées plus élevé que ceux morts naturellement, mais reste inférieur à la référence (le traitement chimique Apivar) qui enregistre une efficacité de 93,70.

Test de Kruskal Mortalité-dose de l'huile essentielle, pour le facteur dose, la différence n'est pas significative $P= 0.6337$.

Pour le facteur temps d'exposition la différence est significative $p = 0.01152$.

4 .Discussion

Les résultats de cette étude confirment l'effet acaricide de l'huile essentielle d'ail *A. sativum* sur le varroa, parasite redoutable des colonies d'abeille domestiques *Apis mellifera*. L'efficacité observée peut être attribuée à la présence de composé bioactifs à propriétés antimicrobienne (Ankri & Mirelman, 1999).

La détermination du taux d'infestation des abeilles par le Varroa, en suivant la chute naturelle de varroa, de mois de janvier jusqu'au mois de mars .Les résultats obtenus indiquent un taux d'infestation variant entre 0,76 et 1,31%. Elle est considérée comme faible à modéré. Cela signifie que la pression parasitaire exercée par le varroa durant cette période est relativement maîtrisée, mais qu'elle n'est pas négligeable.

Plusieurs travaux antérieurs ont mis en évidence l'intérêt des huiles essentielles comme alternatives aux acaricides chimiques. Imdorf et al. (1999) ont montré que les huiles essentielles de thym, d'eucalyptus, et de citronnelle présentaient une activité acaricide intéressante contre le varroa.

En 2018 Habbi-cherifi. A *et al* a testé in vitro l'effet acaricide des huiles essentielles de sept plantes: *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula angustifolia*, *Menth apeligium*, *Salva officinalis*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis* et *Artemisia herba-alba* sur le *Varroa destructor*. Les résultats ont montré qu'à la dose 0,2µl l'huile essentielle de lentisque (*P. lentiscus*) a enregistré un taux moyen du varroa mort supérieur à 70%. Alors qu'une mortalité de 100% est obtenue à la dose 1ul .Cependant, ressort que l'huile de *P. lentiscus* n'est pas toxique sur les abeilles à la dose 0,2µl. Alors qu'à la dose de 1µl, elle cause un taux de mortalité de 12,29%. Plus récemment Isman (2020) a rappelé le potentiel des extraits de végétaux comme agents biopesticides, soulignant leur efficacité combinée à une faible toxicité sur l'environnement.

Dans notre étude, l'huile essentielle d'ail a induit un taux de mortalité significatif des varroas, en particulier aux concentrations 0.4, 0.6 et 1µl. Ce résultat est cohérent avec les travaux d'Ebrahimi et Lotfollahzadeh (2014), qui ont démontré que l'huile essentielle d'ail appliquée dans les ruches réduisait sensiblement la charge parasitaire, tout en maintenant une bonne tolérance par les abeilles.

Cependant, il reste essentiel de contrôler les effets secondaires potentiels sur les colonies d'abeilles, le stress olfactif ou une perturbation du comportement sociale. Des tests de toxicité

chronique et des suivis à long terme sont donc indispensables avant d'envisager une application pratique à long échelle.

L'utilisation de l'huile essentielle d'ail pourrait s'intégrer dans une stratégie de lutte biologique contre le *Varroa destructor*. L'optimisation des doses, des modes d'application et des périodes de traitement représente une étape clé pour le développement de ce traitement alternatif respectueux des pollinisateurs.

Conclusion et perspectives

Notre étude a évalué le pouvoir acaricide de l'huile essentielle d'ail (*A. sativum*), plante connue pour ses propriétés bioactives, notamment antiparasitaires et antifongiques. Des essais expérimentaux ont été menés à la fois in vitro (en laboratoire) et in vivo (en conditions réelles dans les ruches) afin de mesurer l'efficacité de différentes concentrations d'huile essentielle sur la mortalité des varroas, tout en observant les effets éventuels sur les abeilles adultes.

D'après les résultats obtenus, le test réalisé au laboratoire et le test réalisé en rucher, sur l'effet de l'huile essentielle d'ail (*Allium sativum*), a montré une efficacité significative contre le *Varroa destructor* avec un effet peut toxique sur les abeilles. Le taux de mortalité des acariens a été nettement supérieur à celui observé dans le groupe témoin, avec une efficacité parfois comparable à celle d'un acaricide de synthèse. De plus, les effets indésirables sur les abeilles ont été jugés modérés, voire négligeables à certaines doses, ce qui témoigne d'une toxicité sélective intéressante.

Ces résultats confirment l'intérêt de l'huile essentielle d'ail comme outil potentiel dans une stratégie de lutte biologique intégrée contre le varroa. Toutefois certaines limites doivent être soulignées. L'action de l'huile essentielle peut varier selon plusieurs facteurs : la concentration utilisée, la méthode d'application, les conditions environnementales (température et humidité). De plus, la volatilité des composés actifs de l'ail et leur persistance dans l'environnement restent des éléments à approfondir.

Ainsi, bien que les résultats soient promoteurs, des recherches complémentaires s'avère nécessaires pour :

- Déterminer les doses optimales permettant une efficacité maximale sans nuire aux abeilles.
- Etudier les mécanismes d'action des composés soufrés contenus dans l'ail.

- Evaluer les effets à long terme sur la colonie et sur les produits de la ruche.
- Envisager des formulations commerciales stables et faciles à appliquer par les apiculteurs.

Nos résultats sont encourageants contribuent à la valorisation des substances naturelles dans la lutte contre l'ectoparasite de l'abeille *Varroa destructor*, s'inscrit dans une démarche de transition vers une apiculture durable, respectueuse de la biodiversité et moins dépendante des molécules chimiques de synthèse.

Références bibliographiques

- 1-Adam G (2011).** Botanique apicole, production de nectar et de pollen. COURS école d'apiculture Ruchers du Sud-Luxembourg, 11 p.
- 2-Alberti G et Hanel H., 1986.** Fine structure of the genital system in the bee parasite *Varroa jacobsoni* (Gamasida: Dermanyssin) with remarks on spermiogenesis, spermatozoa and capacitation. *Experimental & applied acarology*. Vol263- 104 p.
- 3-Alice M., 2013.** Action sanitaire en production apicole: Gestion de la varroase face à l'apparition de résistance aux traitements chez *Varroa destructor*. Thèse de l'Université-Clade-Bernard-Lyon1.P16-89.
- 4-Amdam, G. V; Norberg, K; Hagen, A; Omholt, S. W. (2004).** Exploitation sociale de la vitellogénine. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(29), 11350- 11355.
- 5-Bakiri, E (2018).** Abeilles sauvages et domestiques : Impact sur la biodiversité et la productivité. Université des frères MENTOURI Constantine 1, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Département de biologie Animale. Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes. Année universitaire 2017/2018.
- 6-Bechet G., (2002).** Les trésors de la ruche. Chapitre 2: Articles journal le soir, p21-22. France.
- 7-Biri ; 2003 .**Le grand livre des abeilles : cours d'apiculture moderne. Généralités sur l'abeille ; p13
- 8-Biri, M. (2002).** Le grand livre des abeilles. *Cours d'apiculture moderne*. PARIS: VECCHI. P, 249.
- 9-Biri, M. (2010).** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Paris: De Vecchi. 302 p.
- 10-Bogdanov S., 2006.** Contaminants of bee products. *Apidologie*, 38 (1): 1-18p.
- 11-Bowen- Walker, P. L., & Gunn, A. (2001).** The effect of the ectoparasitic mite, *Varroa destructor* on adult honey bee (*Apis mellifera*) emergence weights, water, protein, carbohydrate, and lipid content. *Parasitology*, 122(5), 507- 513.
- 12-Bowen- Walker, P. L., Martin, S. J., & Gunn, A. (1999).** The transmission of Deformed Wing Virus between honeybees (*Apis mellifera*) by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni*. *Journal of invertebrate Pathology*, 73 (1), 101- 106.
- 13-Bradbear, N. (2010).** Le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome.
- 14-Bruneau. E. (2004).** Les produits de la ruche In : Bruneau E., Barbançon J.-M., Bonnaffé P.
- 15-Caron, D. M (1999)** "Honey Bee Biology and Beekeeping". Wic was Press. LLC. Cheshire, CT 355p.

- 16-Chapman, R. F (2013).** The Insects: Structure and Function (5th ed.). Cambridge University Press.
- 17-Daint, B; Evans, J. D; Chen, Y. P; Gauthier, L; & Neumann, P. (2012)** Dead or alive: Deformed wing virus and *Varroa destructor* reduce the life span of winter honeybees. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(4), 981- 987.
- 18-De Grandi-Hoffman, G., Chen, Y., Rivera, R., Carroll, M., Chambers, M., Hidalgo, G., & de Jong, E. W. (2016).** Honey bee colonies provided with natural forage have lower pathogen loads and higher overwinter survival than those fed protein supplements. *Apidologie*, 47, 186-196.
- 19-Fluri, 1994.** Réflexions des chercheurs en apiculture sur la régulation de la durée de vie des ouvrières. *Journal Suisse d' apiculture*, 91: 19-27.
- 20-Genersch, E. (2010).** Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87 (1), 87- 97.
- 21-Guerzou M et Nadji N. (2002).** Etude comparative entre quelques miels locaux et autres importés, mémoire d'ingénieur en agronomie. Univ. Ziane Achour de Djelfa 184p.
- 22-Habbi-cherifi A., Adjlane N., Medjdoub-Bensaad F et Haddad N., 2018.** Efficacies of Chemical and Biological Products Employed in the Integrated Treatment of *Varroa destructor* in Algeria. *Bulletin of Pure & Applied Sciences-Zoology*,37(2), 85-91.
- 23-Harbo, J. R., & Hoopingarner, R. A. (1997).** Honey bees (Hymenoptera: Apidae) in the United States that express resistance to *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae). *Journal of Economic Entomology*, 90(4), 893–898?
- 24-Ifantidis, M. D. (1988).** Some aspects of the processus of *Varroa jacobsoni* reproduction. *Apidologie*, 19(4), 387- 396.
- 25-Imdorf, A., Bogdanov, S., Ochoa, RI, &Calderone, NW (1999).** Utilisation des huiles essentielles pour lutter contre *Varroa jacobsoni* Oud dans les colonies d'abeilles. *Apidologie*, 30 (2-3), 209-228.
- 26-Koeniger, G; Koeniger, N; &Pechhacher, H. (2005).** Le rôle du signe d'accouplement chez les abeilles (*Apis mellifera* L) : entrave ou promotion de l'accouplement multiple. *Animal behaviour*, 70(4), 829- 837.
- 27-Koeniger, N., Koeniger, G., &Pechhacker, H. (1983).** The role of the male accessory glands in honey bee reproduction. *Apidologie*, 14(2), 121- 132.
- 28-Koziy, R. V., Wood, S. C., Kozii, I. V., Ostapiuk, D. V., Petukhova, N. A., & Wood, J. F. (2019).** Histopathological findings in honey bees (*Apis mellifera*) naturally infected with *Deformed Wing Virus*. *Veterinary Pathology*, 56(3), 403–409.

- 29-Laidlaw, H. H; & Page, R. E (1997)** “Queen Rearing and Bee Breeding” Wic was Press. Cheshire CT: 224- 78.
- 30-Le conte Y.(2011).** Mieux connaitre l’abeille. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau.E ; Barbançon J.-M ; Bonnaffé P. Clément H ; Domerego. R ; Fert G ; Le Conte. Y ; Ratia .G ; Reeb. C ; Vaissière. B. Le traité Rustica de l’apiculture. Ed. Rustica. Paris. pp.527. 12-83p.
- 31-Le Conte, Y. (2002).** Le traité rustica de l’apiculture. Rustica édition, Paris, p.12-8
- 32-Le Conte, Y; et al. (2001)** “The role of Pheromones in the Regulation Social Organization of the Honey Bee”.
- 33-Le Conte, Y., Arnold, G., & Desenfant, P. H. (1990).** Influence of brood temperature and hygro... variations on the development of the honey bee ectoparasite *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae). *Journal of Economic Entomology*, 19, 1780–1785.
- 34-Locke, B., Conte, Y. L., Crauser, D., & Fries, I. (2012).** Host adaptations reduce the reproductive success of *Varroa destructor* in two distinct European honey bee populations. *Ecology and evolution*, 2(6), 1144-1150.
- 35-Martin, S. J (2001).** The role of the varroa and viral pathogens in the collapse of honeybee colonies: a modeling approach. *Journal of Applied Ecology*, 38(5), 1082- 1093.
- 36-Martin, S. J (2001).** *Varroa destructor* reproduction with honey bee worker brood: open-mated versus naturally mated queens. *Journal of Apicultural Reserarch*, 40(1), 3- 7.
- 37-Martin, S. J; Ball, B. V; & Carreck, N. L. (2001).** The role of deformed wing virus in the initial collaps of varroa infested honey bee colonies in the UK. *Journal of Apicultural Research*, 40(1), 25- 31.
- 38-Michener, CD (2007).** *Les abeilles du monde* . Presses JHU. 2. ed. Baltimore: Johns Hopkins Univ. Press. ISBN 978-0-8018-8573-0.
- 39-Nair, S., 2014.** Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels algériens. Thèse présentée pour l’obtention du diplôme de doctorat en Biologie. Université d’Oran. 202p.
- 40-Nazzi, F., & Le Conte, Y. (2016).** Ecology of *Varroa destructor*, the major ectoparasite of the Western honey bee, *Apis mellifera*. *Annual Review of Entomology*, 61, 417–432. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023731>
- 41-Nation, J. L. (2008).** *Insect Physiology and biochemistry* (2nd ed.). CRC Press. (Ce livre ouvre en profondeur la physiologie des insectes, notamment le rôle de l’hémolymphe dans le transport de nutriments et des métabolites).
- 42-Oldroyd, B. P. (1999).** Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honey bees, *Trends in Ecology & Evolution*, 14 (8), 312- 315.

- 43-Prost J.P., Le Conte Y., 2005.** Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher. Ed Lavoisier, Paris, 698p.
- 44-Rath, W. (1999).** Co- evolution of the *Varroa Jacobsoni* mite and *Apis cerana* in Asia. *Apidologie*, 30(2- 3), 97- 110.
- 45-Ravazzi G., 2003 - Abeilles et apiculture :** Eds de Vecchi, Paris, 19p.
- 46-Ravazzi, G. (1996).** Cours d'apiculture. Editions de Vecchi.135p.
- 47-Ravazzi, G.(2007).** Abeille et apiculture. Ed. Vecchi. Paris. pp. 159.12-39p.
- 48-Robinson, G. E. (1992).**Régulation de la division de travail dans les sociétés d'insectes. *AnnualReview of Entomology*, 37 (1), 637- 665.
- 49-Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010).** Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, S96- S119.
- 50-Ruttner, F. (1968).** Systématique du genre *Apis*. Les races d'abeilles. In : Chauvin R. *Traité de biologie de l'abeille*, tome I. Eds. masson et cie. Paris.1 – 44p.
- 51-Ruttner, F. (1988).** Biogéographie et taxonomie et biologie des abeilles. Springer Verlag Eds, Berlin Heidelberg: 284p.
- 52-Schmidt JO, (1999).** Attractant or pheromone: the case of Nasonov secretion and 46. Honey bees warms. *J. chem. Ecol.* vol. 25. Pp.2051-2056.
- 53-Seeley TD., 1983.** Division of labor between scouts and recruits in honey bee foraging. *Behavioral ecology and sociobiology.* vol. 12. 253-259p.
- 54-Seeley, T. D (1989).** La colonie d'abeilles comme superorganisme. *American scientist*, 77(6), 546- 553.
- 55-Seeley, T. D. (1982).** Significations adaptatives du calendrier de la polyéthisme liée à l'âge dans les colonies d'abeille. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 11(4), 287- 293.
- 56-Terzo M, et Rasmont P., 2007.** L'apiculture, univ. mons-halnut. Laboratoire de zoologie (Colorations tétrachromiques à base de fuchsine basique). *Fr Histotechnol.* vol. 03.27-34p.
- 57-Vaissière, B. (2002).**Abeilles et pollinisation. *COURRIER DE LA NATURE-PARIS-*, 24-2
- 58-Vonfrish K., 2011.** Vie et moeurs des abeilles. Editions Albin Michel, Paris, 21- 66p
- 59-Warré, A. (1948).** L'apiculture Pour Tous. *Saint-Symphorien: Warre. 12ème éditon. 118p.*
- 60-Wilson- Rich, N. (2016).** Les abeilles : Une histoire naturelle (C. Bricout, Trad.). Artémis Editions. (Ouvrage original publié en 2014 sous le titre *The Bee : A Natural History* par Ivy Press Limited).

61-Wilson- Rich, N., Spivak, M., Fefferman, N.H.? &Starlts, P. T. (2009). Genetic, individual, and group facilitation of diseases in insect societies. *Annual Review of Entomology*, 54, 405- 423.

62-Winston, M. L. (1987). *The Biology of the Honey Bee*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

63-Winston, M. L. (1993). *La biologie de l'abeille*. Traduit de l'anglais par G. Lambermont. Ed. Frison Roche. Paris.

64-Zambou M , 2009. *Le guide de l'apiculteur*. P8-60.

Sites Web

<https://365be6b05e.cbaul-cdnwnd.com/7fe06c119ad3df80afb64129c54402a0/200000007-8212a830ca/abeille%203.jpg> Schéma de l'anatomie de l'abeille.

<https://chandmiel.com/index.php/fr-ca/chandelles-cire-d-abeille/la-cire-d-abeille> La cire d'abeille consulté le 23 mai 2025.

<https://gdsa83.fr/la-varroose/> photo d'une abeille infestée par le varroa.

<https://i0.wp.com/mespremiereruches.com/wp-content/uploads/2024/02/cycle-varroa-colonie.jpeg?resize=1024%2C921&ssl=1> Schéma de la reproduction du varroa dans le couvain.

<https://mespremiereruches.com/varroa-destroyer-origine/> La photo de mâle de varroa consulté le 19 mai 2025

<https://www.apiculture.net/modules/prestablog/views/img/grid-for-1-7/up-img/38.jpg> Cycle de vie de l'abeille. Consulté le 22 mai 2025.

https://www.cari.be/local/cache-vignettes/L567xH427/cycle_varroa_destroyer-f871d.png?1689231789 Schéma représentant la phase de phorésie et la phase de reproduction.

<https://www.science-et-vie.com/article-magazine/entomologie-modifier-leur-microbiote-pourrait-sauver-les-abeilles> photo d'une abeille infestée par le varroa.

<https://aces.ens-lyon.fr/aces/thematiques/evolution/dossiers-thematiques/epigenetique/epigenetique-de-labeille/les-castes-dune-so> différentes castes de l'abeille.

Résumé:

Le varroa (*Varroa destructor*) est un acarien parasite majeur des colonies d'abeilles (*Apis mellifera*), responsable d'importantes pertes apicoles dans le monde entier. Face aux limites des traitements chimiques conventionnels, notamment la résistance du parasite et les résidus dans les produits de la ruche. L'objectif de l'étude, est d'évaluer l'effet acaricide de l'huile essentielle d'ail (*Allium sativum*) comme alternative naturelle et durable. L'étude a été menée à travers des essais in vitro et in vivo, en laboratoire et dans le rucher. Différentes concentrations ont été testées pour déterminer leur efficacité sur le varroa tout en évaluant leur innocuité sur les abeilles. Les résultats ont montré que l'huile essentielle d'ail possède une activité acaricide significative, avec un taux de mortalité élevé chez les varroas 100% pour les doses 0,4ul, 0,6ul et 1ul. De plus les effets indésirables sur les abeilles ont été jugés modérés à faibles selon la dose (10% et 16% respectivement pour les doses de 0,2 et 0,4ul). Ces résultats suggèrent que l'huile essentielle d'*A.sativum* pourrait être intégrée dans la lutte biologique contre la varroase, réduisant ainsi la dépendance aux acaricides de synthèse. Des études complémentaires restent toutefois nécessaires pour évaluer son efficacité à long terme et son application à grande échelle.

Mots clés: *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, huile essentielle, *Allium sativum*, lutte biologique, acaricide de synthèse.

Abstract:

Varroa (*Varroa destructor*) is a major parasitic mite affecting honey bee colonies (*Apis mellifera*) and is responsible for significant beekeeping losses worldwide. Given the limitations of conventional chemical treatments particularly the parasite's resistance and the presence of residues in hive products this study aims to evaluate the acaricidal effect of garlic essential oil (*Allium sativum*) as a natural and sustainable alternative. The study was conducted through both in vitro and in vivo trials, in the laboratory and in the apiary. Different concentrations were tested to assess their effectiveness against Varroa mites while evaluating their safety for bees. The results showed that garlic essential oil has significant acaricidal activity, with a high Varroa mortality rate of 100% for doses of 0.4 μ l, 0.6 μ l, and 1 μ l. Furthermore, the adverse effects on bees were considered moderate to low depending on the dose (10% and 16% respectively for doses of 0.2 μ l and 0.4 μ l). These findings suggest that *A. sativum* essential oil could be integrated into biological control strategies against varroosis, thereby reducing reliance on synthetic acaricides. However, further studies are needed to evaluate its long-term effectiveness and large-scale applicability.

Keywords: *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, essential oil, *Allium sativum*, biological control, synthetic acaricide.