



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Frères Mentouri Constantine 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : **Biologie Animale..**

قسم : **بيولوجيا الحيوان**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : **Sciences de la Nature et de la Vie**

Filière : **Sciences Biologiques**

Spécialité : **Biologie et contrôle de populations d'insectes**

Intitulé :

**Biodiversité des insectes pollinisateurs de la fève (*Vicia faba L*)
(Fabaceae) dans la région de Constantine
(Résumé des travaux précédents)**

Présenté et soutenu par : **ZEHARA Abdelhamid**

Le : **20 / 09 /2020**

LAIEB Romaiassa

Rapporteur : Dr AGUIB Sihem (MCA) Université Frères Mentouri Constantine 1

Examineur : Dr BAKIRI Esmâ (MCB) Université Frères Mentouri Constantine 1

Examineur : Dr AOUMATI Amel (MCB) Université Salah Boubnidre Constantine 3

Année universitaire
2019- 2020

SOMMAIRE

Introduction générale	1
CHAPITRE I : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES	
I. La pollinisation	3
1. Définition de la pollinisation	3
2. Les types de la pollinisation	3
2.1.L'autopollinisation (autogamie)	3
2.2.La pollinisation croisée (allogamie)	4
3. Les différents agents pollinisateurs	4
3.1.Le vent	4
3.2.L'eau	4
3.3.Les animaux (zoogamie)	4
3.3.1. Les coléoptères	5
3.3.2. Les lépidoptères	5
3.3.3. Les diptères	6
3.3.4. Les hyménoptères	6
II. Importance agro-économique et écologique de la pollinisation	7
III. Généralités sur la faune des apoïdes	7
1. Classification et répartition géographiques des apoïdes	7
2. Structure anatomique des apoïdes	9
2.1.La tête	10
2.2.Les pattes	11
2.3.Les ailes	12
2.4.L'abdomen	12
IV. Relation plantes-abeilles	12
V. Généralités sur la fève	13
1. Classification	14
2. Fleur et floraison de la fève	14
3. La pollinisation du <i>Vicia faba</i> L.	14
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	
I. Description des stations d'études	17
II. Inventaire et densité florale	19
III. Technique d'échantillonnage et d'études d'insectes	20
CHAPITRE III : RESULTATS	
1. Inventaire des insectes butineurs de la fève	23
2. Composition de la faune pollinisatrice dans le verger de la fève	23
3. Evolution des visites de l'abeille	26
4. Comportement de butinage des abeilles sur la fève	26
5. Activité journalière des espèces abondantes	27
6. Effet de la pollinisation entomophile sur le rendement de la fève	27
CHAPITRE IV : DISCUSSION ET CONCLUSION	29
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	31
Résumé	34

INTRODUCTION GENERALE

La pollinisation est un élément essentiel dans la reproduction sexuée de nombreuses espèces végétales, la symbiose entre les insectes et les plantes admet le maintien de la biodiversité en raison de la pollinisation croisée et la pérennisation de certains écosystèmes (Vaissière 2002, 2005). Les insectes par leurs activités pollinisatrices et en particulier les abeilles contribuent dans l'amélioration de la qualité et de la quantité des fruits et légumes (Gallai et *al.*, 2009).

La pollinisation réalisée par les abeilles est notable sur le plan quantitatif et qualitatif lorsque l'on parvient à éliminer ou à quantifier l'action des autres vecteurs comme l'autopollinisation passive et/ou la pollinisation par le vent, on réalise combien le rôle des abeilles est important (Vaissiere, 2005).

Durant les vingt ans passés, plusieurs travaux ont été effectués sur la faune des abeilles en Algérie en succédant les premiers travaux entreprenant par différents auteurs vers le début du vingtième siècle dont ceux de Saunders (1901, 1908), Schulthess (1924) et Benoist (1961).

Parmi les travaux récents, nous citons ceux de Louadi et Doumandji (1998), Louadi (1999), Tazerouti 2002, et Louadi et *al.*, 2007, 2008.

Concernant les plantes cultivées, nous retrouvons les travaux de Benachour et *al.*, (2007), Aour-Sadli (2008) et Benachour & Louadi (2013).

Le but de notre travail est de synthétiser les travaux qui ont été réalisés les cinq (05) dernières années sur la plante de la fève *Vicia faba* L. le comportement de butinage et l'efficacité pollinisatrice des principaux butineurs ainsi que l'effet de la pollinisation entomophile sur le rendement de la fève.

Le mémoire est réparti en quatre (04) chapitres, le premier est destiné pour les données bibliographiques, le deuxième comprend les méthodes et le matériel utilisés dans les études, tandis que le troisième est consacré aux résultats obtenus. Le travail se termine par une discussion et une conclusion.

CHAPITRE I
DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

I. La pollinisation

1. Définition de la pollinisation

Appartenant aux angiospermes ou aux plantes à fleurs, la majorité des plantes cultivées nécessaires à la vie humaine comme les plantes fruitières, les céréales et les légumes, la fécondation se fait par le bien de la pollinisation, elle consiste à unir les gamètes mâles aux femelles, son rôle est primordial dans la fécondation sexuée et la reproduction de ces plantes jusqu'à la conservation de la biodiversité mondiale (Mbaikoua, 2015), en transférant le pollen des parties mâles (anthères) d'une fleur à la partie femelle (stigmate) parfois de la même fleur qui est l'autopollinisation (Autogamie) ou d'une autre fleur qui est la pollinisation croisée (Allogamie). (Delaplane and Mayer, 2000) (**Figure 1**)

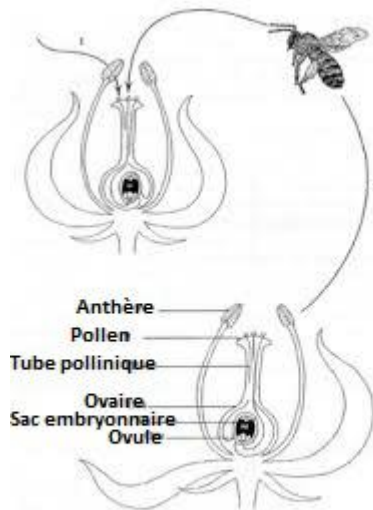


Figure 1 : Schéma de la pollinisation (d'après Pouvreau , 2004)

1 = autopollinisation ou pollinisation directe

2= Pollinisation croisée ou allopollinisation

2. Les types de pollinisation

Il existe deux modes de pollinisation ; l'autopollinisation et la pollinisation croisée

2.1. L'autopollinisation (=autogamie)

Plus fréquente chez les Poacées cultivés comme le blé (*Triticum L*), l'orge (*Hordeum L*) et l'avoine (*Avena L*) et de moins chez certaines Fabacées comme les haricots (*Faba L*) ou les pois (*Pisum L*). Elle est effectuée au moment où le

stigmate d'une fleur reçoit du pollen émis par la fleur de la même plante. Elle est remarquable chez toutes les angiospermes (Anonyme, 2014).

2.2. Pollinisation croisée (=allogamie)

Avantagée par quelques mécanismes, cette pollinisation est plus commune, elle consiste sur le transport de pollen d'une plante sur le stigmate d'une fleur appartenant à une autre plante de la même espèce. (Anonyme, 2014).

3. Les différents agents pollinisateurs

Plusieurs agents pollinisateurs assurent la pollinisation, parmi eux :

3.1. Le vent

Parmi les plantes anémophiles comme l'olivier, le noyer, le noisetier, le betterave à sucre et les graminées, la pollinisation est assurée par le vent, en favorisant le transport et en émettant un grand nombre de grains de pollen, ces derniers ont une densité et pulvérulence faibles, des formes variées de stigmates soutiennent la prise de pollen d'autre part le périanthe a une couleur fade avec une réduction dans sa taille qui n'attirent pas les insectes, en plus les fleurs de ces plantes ne fournissent pas de nectar (Philippe, 1991 ; Pouvreau, 2004).

3.2. L'eau

Chez les plantes aquatiques, la pollinisation par l'eau est appelée hydrogamie et le responsable du transport du pollen est l'eau. (Cité par : Benachour, 2008).

3.3. Les animaux (Zoogamie)

Il existe plusieurs types d'animaux qui sont des agents pollinisateurs

- Représentées par des espèces tropicales, les chauves-souris effleurent le nectar des fleurs. De différentes espèces rigoureusement insectivores, et dans certains cas, elles transportent le pollen et captent des insectes sur fleurs.
- De petits marsupiaux.
- Les oiseaux par des espèces tropicales comme les colibris ou oiseaux mouches, et comme les chauves-souris, les espèces insectivores participent dans la pollinisation le temps qu'elles capturent les insectes butineurs.
- Des mollusques (dans le milieu aquatique)
- Les insectes (Pouvreau, 2004)

Parmi ces pollinisateurs, les insectes participent dans la pollinisation d'un nombre important des espèces végétales entomophiles, pourtant ceux qui participent réellement et efficacement dans la pollinisation sont quelques groupes ou ordres.

Ces insectes pollinisateurs et d'une classification croissante, ils sont représentés par les coléoptères, les lépidoptères, les diptères et les hyménoptères. Certain nombre de familles des ordres précédents assurent la pollinisation.

1. Les Coléoptères

En récoltant le nectar et le pollen sur les fleurs, néanmoins les vrais pollinisateurs sont peu nombreux et appartiennent à la famille des Cantharidae, divers genres de cette dernière famille ont un appareil buccal bien approprié à la récolte du nectar. L'observation de pollinisation des coléoptères se rencontre principalement en milieu tropical (Pouvreau, 2004) (**Figure 2**)

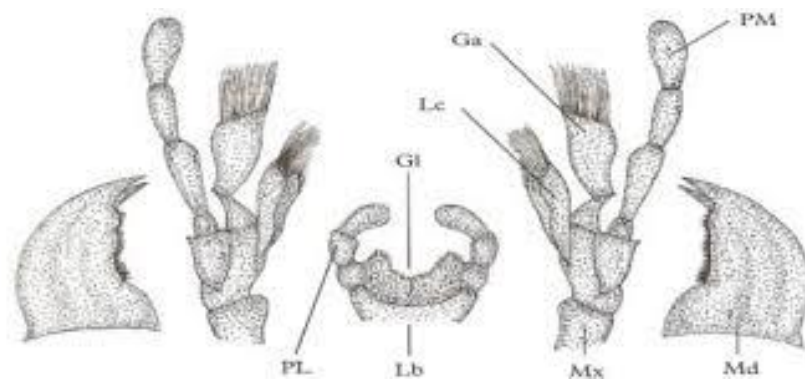


Figure 2 : Pièces buccales des coléoptères (Pouvreau, 2004).

2. Les Lépidoptères

Munissant d'une trompe qui atteint plusieurs centimètres de longueur, ces insectes puisent le nectar amassé en profondeur et inabordable à d'autres insectes. Qu'ils soient diurnes ou nocturnes, les papillons sont uniquement des butineurs de nectar. Au moment de sa visite sur fleur, les grains de pollen vont être transportés d'une fleur à l'autre, et pour ceux qui sont nocturnes, elles butinent le nectar sans aucun contact avec la fleur et dans ce cas le transport du pollen se fait par l'intermédiaire de la trompe. La pollinisation d'un grand nombre de Caryophyllaceae est assurée par les papillons (Pouvreau, 2004) (**Figure 3**).

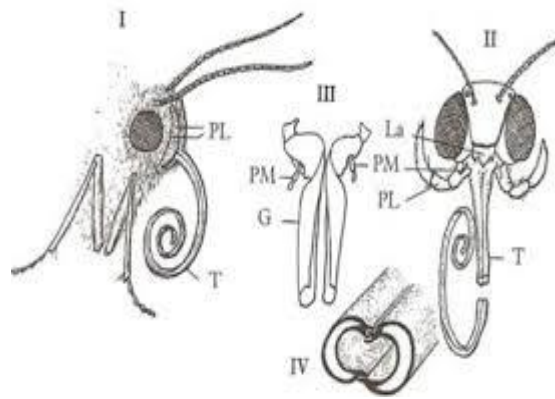


Figure 3 : Pièces buccales des lépidoptères (Pouvreau, 2004).

3. Les Diptères (les mouches)

Grâce au grand nombre de familles, genres et d'espèces, les mouches ont un rôle pollinisateur intéressant, elles étalent une attirance pour les fleurs ombellifères qui sont peu attractives pour la majorité des pollinisateurs à cause de la faible production du nectar, leur pollinisation croisée se fait par les espèces de petites tailles.

Se nourrir de nectar et de temps en temps de pollen, les familles de mouches les plus fréquentes sont les Calliphonidae (les mouches à viande), les Conopidae, les Syrphidae et les Bombyliidae (Pouvreau, 2004)

4. Les Hyménoptères

Les plus puissants comme pollinisateurs, les hyménoptères dont les abeilles, les fourmis, les guêpes.

Les abeilles sont qualifiées comme des agents pollinisateurs par perfection au moyen de nombreuses caractéristiques parmi eux ; la nutrition fondée uniquement sur le nectar pour les adultes et le pollen pour les larves (Mathilde et al, 2011). La pollinisation se fait au moment de la visite ou un contact entre l'insecte et les étamines ou les stigmates, suite à ce phénomène, le corps de l'abeille se remplira du pollen ou il aura le dépôt du pollen sur le stigmate ou les deux (Michener, 1974).

II. Importance agro-économique et écologique de la pollinisation

Agissant comme un élément fondamental dans l'équilibre et la diversité des écosystèmes, la pollinisation entomophile et pour la plupart des angiospermes, est un facteur essentiel de la reproduction, et l'insecte principal pour ce rôle est l'abeille, son rôle est essentiel de plus irremplaçable dans l'évolution des plantes sauvages et cultivées (Batra 1994 ; Jacob-Remacle ,1990).

La reproduction sexuée d'environ 75% des plantes angiospermes ne peut se réaliser sans l'intervention des insectes pollinisateurs, l'abeille représente un maillon indispensable dans l'agriculture et la sécurité alimentaire étant donné qu'elle forme le vecteur nécessaire de la diffusion de pollen des espèces végétale (Pouvreau, 1987 ; Vaissiere, 2002 ; Terzo & Ramont, 2007 ; Fourmier, 2008 ; Praz et al. 2008 cités par Djebli et Nekkeche 2016).

La fructification ou l'amélioration du rendement quantitatif et qualitatif d'un grand nombre des plantes cultivées sont dépends des insectes, et spécialement les abeilles domestiques (Philippe, 1991).

Economiquement, le rôle des insectes pollinisateurs et surtout les abeilles est redouté de mieux en mieux. Gratuitement, elles participent à la reproduction sexuée des plantes à fleurs. La diminution observée du nombre d'individus dans des régions différentes du monde, ayant des conséquences considérables sur les cultures vivrières (Anonyme, 2018). Suivant un travail réalisé en 2005 par (Michel et Vaissière), les insectes pollinisateurs contribuaient au rendement des cultures mondiales essentielles avec une estimation de 153 milliards d'euros, en représentant 9.5% de la valeur de la production alimentaire mondiale.

III. Généralités sur la faune des apoïdes

1. Classification et répartition géographique des apoïdes

Appartenant à l'ordre des Hymenoptera, les apoïdes sont réunis dans la superfamille des Apoidea qui rassemble toutes les abeilles (domestiques et sauvages). Selon (Michener, 2000) la faune des apoïdes se répartie en 7 familles et comporte plus de 20000 espèces décrites à nos jours, placées dans 1197 genres et sous genres. Ces familles sont : les Stenotritidae, les Colletidae, les Andrenidae, les Halictidae, les Megachilidae, les Melittidae et les Apidae.

La famille des Stenotiridae marque sa présence en Australie. Les plus primitifs des abeilles en raison de leur langue très courte, les Colletidae sont présents un peu partout, en Australie, en région paléarctique (Afrique du Nord, Turquie, Moyen-Orient, nord de l'Inde et du Pakistan, la plupart de la Chine et du Japon), en région néotropicale (du Mexique tropical au sud jusqu'à l'Argentine), dans les Antilles (sauf le Trinidad), et en région araucanienne (esp. Le Chili et les régions voisines de l'ouest et du sud de l'Argentine).

La présence des Andrenidae est au niveau de l'Afrique sub-saharienne accompagnés de la sous famille des Andrenidae et la tribu des Melitturgini est en région araucanienne. Ayant une diversification dans les régions paléarctique et néarctique (le plateau mexicain et les montagnes environnantes).

Les Halictidae sont cosmopolites. Représentés par la sous famille des Mellitinae et la tribu des Dasypodini, les Mellitidae se localisent en région paléarctique ; néarctique et en Afrique subtropicale.

Aucune présence à Madagascar, les Apidae et les Megachilidae sont présents en région orientale tels que l'Asie tropicale depuis le Sri Lanka, l'Inde et le Pakistan au-dessous de l'Himalaya, le sud-est de l'Asie jusqu'au Vietnam et le sud-est de la Chine, Taiwan, les Philippines et l'ouest de l'Indonésie, en région néotropicale et en Afrique sub-saharienne avec la tribu des Xylocopini.

La diversification des Nomadini et des Epeolini s'étale sur les régions paléarctique, néarctique et néotropicale, les Apini en région orientale, les Bombini et les Anthophorini en région paléarctique et néarctique. La région néotropicale exprime une diversité considérable d'Apinae avec des tribus comme les Meliponini, Ericrocidini, Centridini et Emphorini (Michener, 2000).

Les familles dénombrées en Algérie sont les Megachilidae, les Apidae, les Andrenidae, les Mellitidae, les Halictidae et les Colletidae (Louadi et *al.*, 2007)

2. Structure anatomique des apoïdes

La morphologie du corps des Apoïdes est spécifiquement bien adaptée à la pollinisation.

Comme tous les insectes, les abeilles ont un corps fragmenté en trois segments : tête, thorax et abdomen (**figure 4**), en présentant une caractéristique qui comporte en une constriction nommée « taille de guêpe » localisée entre le premier et le second segment abdominal (hyménoptères apocrites). Les ailes sont membraneuses (d'où vient le nom hyménoptères). Chez les femelles, l'abdomen est ordinairement constitué de 6 segments (tergites), contrairement aux mâles qui ont 7 segments. Pour les femelles, le dernier tergite se termine généralement par un plateau pygidial (pygidium). Concernant les antennes, celles des femelles sont constituées de 12 articles inversement aux mâles qui ont 13 articles.

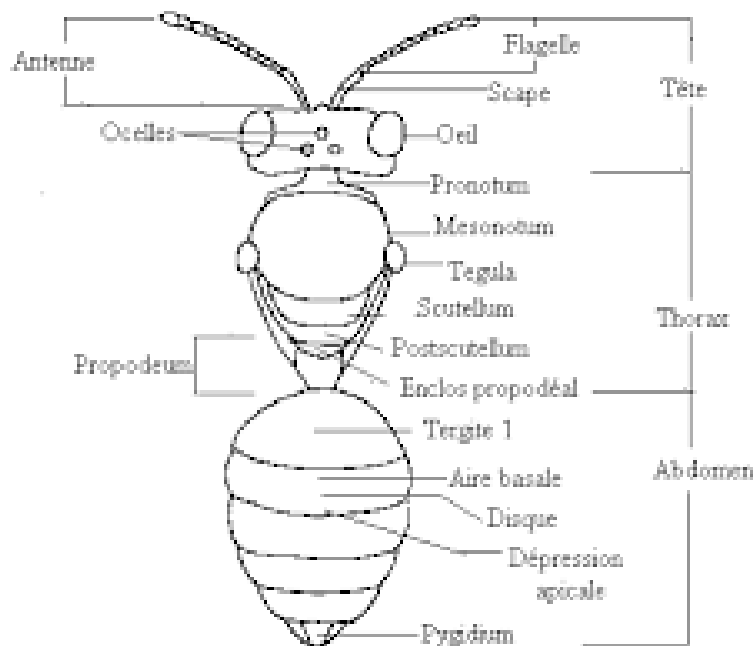


Figure 4 : Structure générale d'un Apoidea (d'après Scheuchl, 1995 cité par Benachour, 2008).

2.1. La tête

2.1.1. Les antennes

Chez tous les Aculéates, le dimorphisme sexuel se résulte du nombre d'articles qui constituent les deux antennes. Effectivement, le scape et le flagelle sont les deux parties essentielles de la structure de l'antenne. Le flagelle est fragmenté en douze articles chez le mâle et en onze articles uniquement pour les femelles (Engel, 2001) (Figure 5).

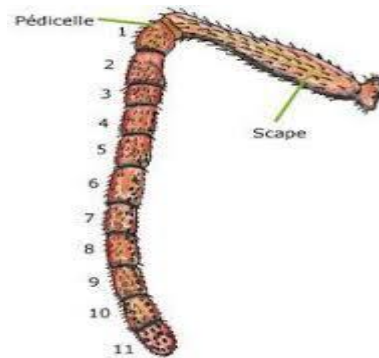


Figure 5 : Structure de l'antenne d'une abeille (Anonyme, 2017).

2.1.2. Pièce buccale

Avec son type broyeur lécheur, l'appareil buccal est ajusté à la récolte du nectar (Figures : 6 et 7). Dans cet appareil, la conservation des mandibules autorise l'insecte de collecter la propolis (substance résineuse de certains arbres utilisée pour colmater les fissures des nids et fixer les rayons). L'allongement des maxilles forme une langue ou glosse qui tolère à l'abeille de sucer le nectar. La longueur de cette glosse est variable selon les sous-familles.

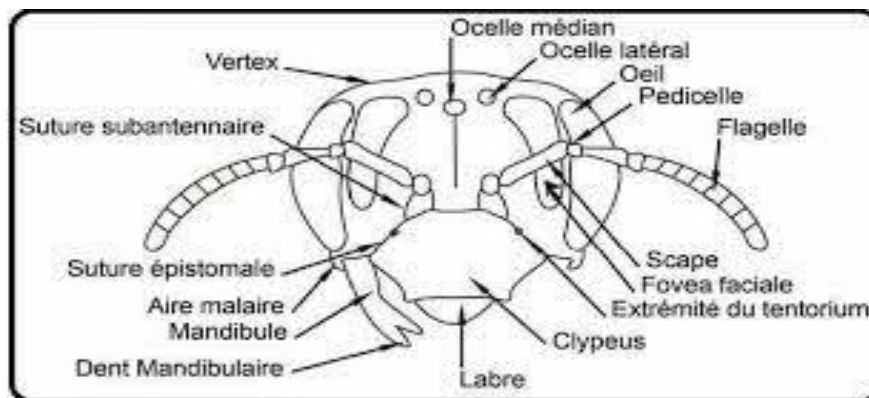


Figure 6 : Morphologie et caractères taxonomiques de la face d'un Apidé (D'après Eardley et al. 2010)

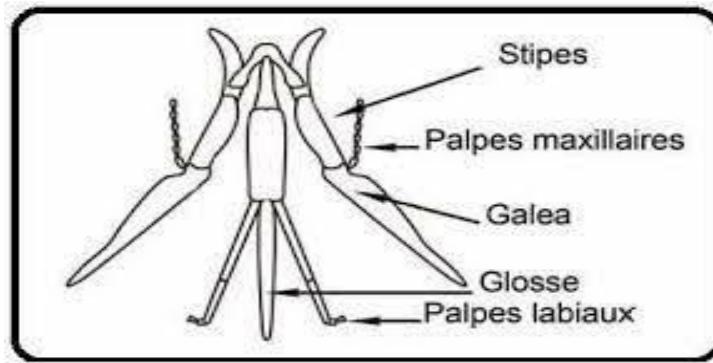


Figure 7 : Morphologie et caractères taxonomiques des pièces buccales d'une abeille à langue longue (Apidae) (d'après Eardley et *al.* 2010)

2.2. Les pattes

Constituant de cinq articles. Le quatrième article (tibia) des pattes postérieures possède un plateau nommé le plateau basitibial qui peut être modifié en forme de dent (s). Le dernier article (tarse) est composé de cinq articles, la terminaison du dernier article est une paire de griffes simples ou bifides et au milieu de ces griffes se localise un pulvillus ou arolium (organe adhésif) **(Figure 8)**

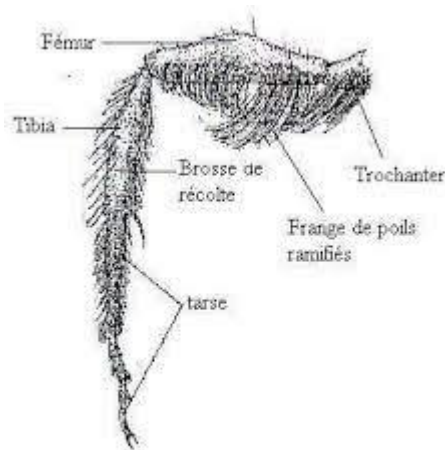


Figure 8 : Patte postérieure de la femelle de *Lasioglossum leucozonium* (Halictidae) (d'après Pouvreau, 2004)

2.3. Les ailes

Les ailes sont composées de deux paires d'organes membraneux rattachés au thorax. La paire d'ailes antérieures est fixée sur le deuxième segment du thorax qui est le mésothorax, alors que la paire d'ailes postérieures est fixée sur le troisième segment du thorax qui est le métathorax. Par rapport à d'autres groupes d'insectes, les ailes d'abeilles constituent une nervation réduite. Les crochets (hamuli) portés par les ailes postérieures sert à coupler ces derniers avec les ailes antérieures (Engel, 2001 ; Michener, 2007). De ce fait, les ailes des abeilles possèdent des caractères facilement mesurables, et contiennent une bonne information systématique (Meulemeester, 2011). (**Figure 9**)

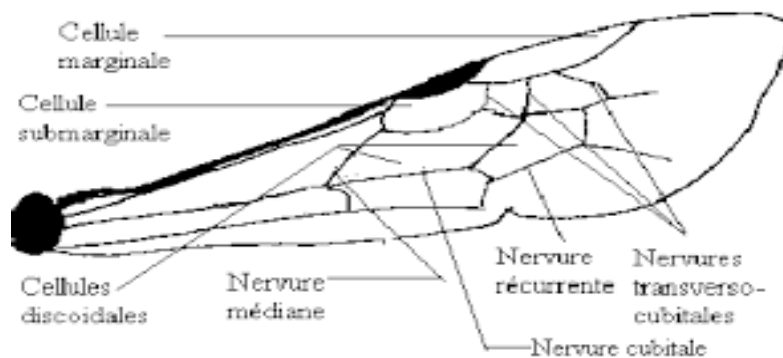


Figure 9 : Aile antérieure d'un apoïde (cité par Benachour , 2008).

2.4. L'abdomen

Généralement formé de 6 segments (tergites) chez les femelles et de 7 segments chez les mâles. Le dernier tergite, chez les femelles, se termine le plus souvent par un plateau pygidial (pygidium) (Michener, 2000).

IV. Relation plantes-abeilles

La relation entre les angiospermes et les abeilles est très ancienne et spécifique. Les angiospermes avec 250 000 à 260 000 espèces décrites, décrivent le groupe de plantes vascularisées le plus varié et le plus vaste sur terre (Soltis et Soltis, 2004, cité par Vanderplanck, 2009). L'origine de ce succès évolutif est liée à de nombreuses interactions plantes-insectes, servant à maintenir en équilibre les écosystèmes actuels. Plusieurs types de ces interactions sont possibles: antagonistes dans le cas d'insectes phytophages ; mutualistes dans le cas d'insectes pollinisateurs (Herrera & Pellmyr, 2002). Pour se faire polliniser, la plupart des plantes à fleurs dépend de quatre ordres d'insectes : les Hyménoptères, les

Lépidoptères, les Diptères et les Coléoptères (Waser et Ollerton, 2006). Au milieu de tous les groupes d'insectes pollinisateurs, les abeilles représentent le groupe le plus profondément lié aux Angiospermes due au nectar et pollen qui sert à une alimentation à la fois sous forme larvaire et imaginale. Les femelles d'abeilles transportent les grains de pollen d'une fleur à l'autre au moment de leurs visites florales. De cette action, la contribution des abeilles à la pollinisation et donc à la reproduction de près de 80% des Angiospermes y compris un grand nombre de cultures telles que les fraises, tomates, courgettes, et autres arbres fruitiers (Buchmann S & Nabhan G, 1996). En visitant un nombre limité de plantes disponibles dans leur habitat, plusieurs espèces dressent un choix spécial de pollen, (monolectisme, oligolectisme) alors que d'autres butinent un nombre étendu de plantes hôtes (mésolectisme, polylectisme) et pendant ce temps-là elles ont l'habileté d'arborer une certaine constance (Robertson, 1925 ; Westrich, 1989 ; Müller, 1996 a ; Cane et Sipes, 2006 ; cité par Müller et Kuhlmann, 2008).

V. Généralité sur la fève

La fève (*Vicia faba*. L) est une légumineuse de la famille des Fabaceae dont la culture est d'origine méditerranéenne (Jean-Marie, 1991). La fève ressemble à haricot sec aplati de couleur verte. Elle est recouvert d'une petite peau et se terminer par une petite point (Benachour et al., 2007). Elle est aujourd'hui parmi les plantes légumières les plus cultivées dans le monde. Sa culture dans les pays du bassin méditerranéen représente presque 25% de la surface totale cultivée et de la production mondiale de fèves, avec un rendement très proche de la moyenne mondiale (Saxena, 1991).

Vicia faba est une espèce de plante herbacée, cette légumineuse regroupe des différentes variétés de la fève (Jean-Marie, 1991).

En Algérie, elle représente une source alimentaire de première importance, elle est cultivée sur les plaines côtières et les zones sub-littorales. Avec une surface d'environ 65.000 hectares et une production comprise entre 20.000 et 38.000 tonnes par (Zaghouane, 1991) elle occupe la première place parmi les légumes secs.

En climat méditerranéen, elle est ensemencée en automne et produit ses fleurs entre février et avril. C'est une espèce qui présente plusieurs systèmes de reproduction. Elle

peut être, selon les lignées, autogame ou allogame (Le Guen et *al.*, 1993 ; Pierre et *al.*, 1997, 1999 cité par Benachour, 2008).

a. Classification

Règne : Plantae
Sous-Règne : Tracheobionta
Division : Magnoliophyta
Classe : Magnoliopsida
Sous-Classe : Rosidae
Ordre : Fabales
Famille : Fabaceae
Genre : Vicia
Espèce : Vicia faba L

b. Fleur et floraison de la fève

Les fleurs sont de type papilionacé, de 2 à 3 cm de couleur blanche avec une tache noire sur les ailes (pétales latéraux des papilionacées). Les plantes à fleur blanche sans tache noire ne comportent pas de tanin dans la graine (Boyeldieu, 1991).

La floraison s'échelonne du bas vers le haut au cours de laquelle, par hectare 25 à 40 million de fleurs s'épanouissent (Jean-Marie, 1991) (**Figure 10**).

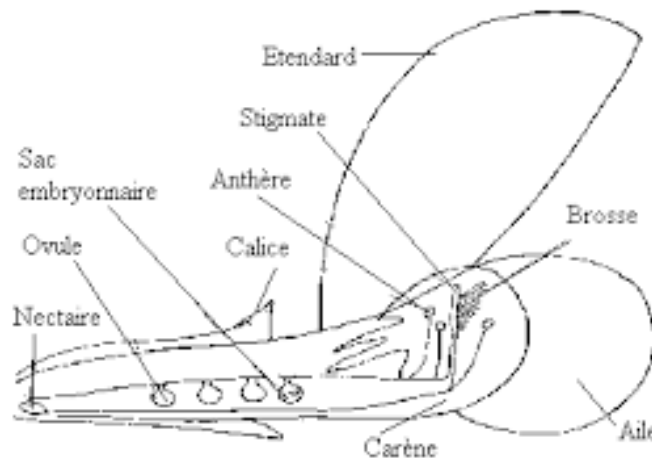


Figure 10 : Section longitudinale de la fleur de *Vicia faba* (d'après Benachour 2008).

c. La pollinisation du *Vicia faba L*

Durant la période de la floraison, la *Vicia faba* attire en grand nombre les Hyménoptères, la grande part de ces derniers est celle de l'abeille domestique (environ 80%), 5% des abeilles solitaires et 15% des bourdons dont les plus

communs sont : *Bombus agrorum* (Scopoli, 1763) ; *B hortorum* (Linnaeus, 1761) et *B ruderatus* (Fabricius, 1775). En Algérie et d'après les travaux de (Benachour et al., 2007) sur cette culture ; les deux espèces *Eucera numida* et *Apis mellifera* sont les importants pollinisateurs.

CHAPITRE II
MATERIEL & METHODES

I. Description des stations d'étude :

Les études précédentes ont été réalisées dans différentes régions de la wilaya de Constantine : Beni H'midene, Hama Bouziane et Didouche Mourad

1. Site de Beni H'midene

Localisée au niveau de la daïra de Zighoud Yousef au Nord-est de la wilaya de Constantine, la commune de Beni H'midene ($36^{\circ}30'20''N$, $6^{\circ}32'59''E$). Le verger de fève choisi a une superficie de 1,5 Hectares (**Figure 11**) avec un système de plantation en lignes (rangées) (**Figure 12**), les quadrats de $1m^2$ ont été tracés, 12 plantes ont été trouvées. La variété de la fève soumise est l'Aguadulce (**Talhi et Berrahal, 2018**)

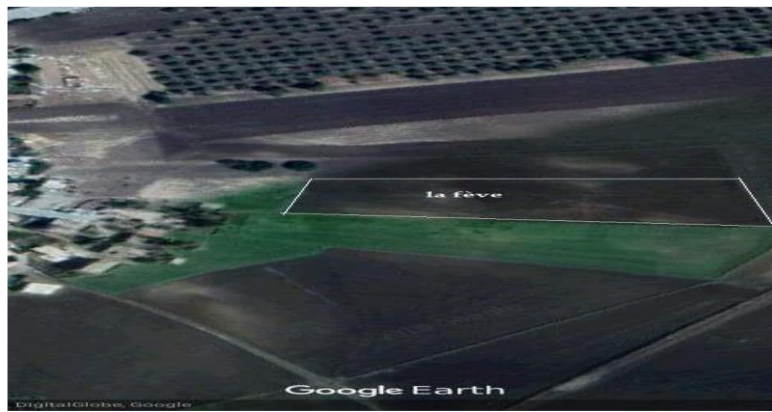


Figure 11 : Localisation du site de Béni H'midene (Vergé de la fève).

(Talhi et Berrahal, 2018)



Figure 12 : Culture de la fève en floraison (mars-avril) 2018

(Photographie originale). (Talhi et Berrahal, 2018)

2. Site de Hamma Bouziane

Le verger privé se situe au nord de Constantine dans la commune de Hamma Bouziane (36° 24' N, 6° 35' E), il a une superficie d'environ 45 hectares (**Figure 13**). Plusieurs arbres fruitiers sont cultivés comme le prunier, le cerisier, le nectarinier et le pommier ainsi que plusieurs cultures maraichères tel que la fève et les pois-chiche. Le verger est entouré de plantes sauvages tel que *Oxalis pescaprae* ; *Fumaria officinalis* et *Bellis annua*. La superficie réservée pour la fève est de 1 hectare. Les rangées sont espacées l'une de l'autre de 2 mètres et la distance entre deux plantes est de 80 cm.

Le verger étudié est entouré d'une cimenterie et d'une station de bus et d'une agglomération à 2km à vol d'oiseaux. (**Anik et Bouraoui, 2018**)



Figure 13 : Localisation du site de Béni H'midene (Anik et Bouraoui, 2018)

3. Le site de Didouche Mourad

Se trouve au Nord de la wilaya de Constantine (36° 26' N, 6° 38' E, altitude 498 m) (**Figure 12**). Le verger de fève est une parcelle privée de 2000 m² (100 m de long sur 20 m de large) située au sein d'un milieu ouvert sur la nature.

Le système de plantation est en ligne, la densité de semis est de 10 plantes /m² (**Figure 13**). La variété plantée est Les Muchamiel (**FERRAGUENA et REFEH, 2018**)



Figure 14 : Photo satellite du champ de fève (photos personnelle) (FERRAGUENA et REFEH, 2018)



Figure 15 : Vue de la parcelle de fève échantillonnée et du site d'étude de Didouche Mourad (photo personnelle) (FERRAGUENA et REFEH, 2018)

4. Le climat de la wilaya de Constantine

La wilaya de Constantine a un climat tempéré chaud. En hiver, les pluies sont bien plus importantes qu'elles ne le sont en été.

II. Inventaire et densité florale

Au niveau des vergers de la fève, la méthode utilisée est la méthode des quadrats qui se base sur l'observation, le comptage des pollinisateurs et la densité. Durant la journée (de 9h à 16h), cinq quadrats de 1m² sont tracés au moyen des fils et des pieux dans les deux premières rangées à partir du bord de la culture avec une distance de séparation de 1m entre deux quadrats (**Figure 14**).



Figure 16 : Méthode des quadrats pour l'observation et le comptage des apoïdes. (Photographie originale). (Talhi et Berrahal, 2018)

1. Ensachement des inflorescences

Pour connaître le rôle des insectes pollinisateurs sur le rendement de la culture de la fève, des ensachements ont été réalisés (autopollinisation).

Les inflorescences non ensachées ont été marquées avec des fils colorées (**Figure 15**)



Figure 17 : Photos de l'ensachements du vicia faba.L (Photographie originale) (Talhi et Berrahal, 2018)

III. Technique d'échantillonnage et étude des insectes

1. Sur le terrain

La technique la plus employée est la chasse à vue par approche direct. Elle consiste à capturer les abeilles ou les autres butineurs à l'aide des tubes en plastique, (3 cm sur 2 cm). Les échantillons sont mis par la suite dans le congélateur pour tuer l'insecte.

2. Travail au laboratoire

Au laboratoire, les spécimens capturés sur terrain sont épinglés et identifiés jusqu'au genre ou jusqu'à l'espèce à l'aide de clés dichotomiques et d'une loupe binoculaire.

Ils sont fixés par des épingles entomologies :

- Aux niveaux de milieux du thorax chez les hyménoptères ;
- Aux niveaux de l'élytre droit chez les coléoptères ;
- Sur le thorax adroit chez les diptères.

Ils sont étiquetés et déposés dans des boîtes pour constituer un matériel de référence. La première étiquette (2 x1cm) porte des données concernant le lieu de capture, les coordonnées géographiques, la date de capture, le nom de la plante ainsi que celui du légataire. La deuxième étiquette (plus basse) concerne l'identification du spécimen ; elle comprend le nom latin de l'insecte (genre, espèce, nom de l'auteur qui a décrit l'espèce) ; le nom de celui qui a identifié l'insecte, ainsi que l'année de l'identification

CHAPITRE III
RESULTATS

1. Inventaire des insectes butineurs sur la fève

Nous avons synthétisé les résultats de trois (03) mémoires de mastère qui ont été effectués en 2018 sur l'entomofaune pollinisatrice de la fève

- **Anik, N. Bouraoui, M.** (2018). Contribution à l'étude des insectes pollinisateurs de la fève (*Vicia faba* L.) et du pommier (*Malus domestica* L.) dans la région de Constantine.
- **Ferraguena, K. Refeh, A L.** (2018) Les insectes butineurs de la fève (*Vicia faba* L.) (*Fabaceae*) et du Cerisier (*Prunus avium* L.) (*Rosaceae*) et leur rôle dans la pollinisation de ces deux cultures en région de Constantine.
- **Talhi, K. Berrahal, I.** (2018). Biodiversité des insectes pollinisateurs de la fève (*Vicia faba* L) (*Fabaceae*) et le pommier (*Malus communis* L) (*Rosaceae*) dans la région de Constantine.

2. Composition de la faune pollinisatrice dans le verger de la fève

D'après les travaux précédents, la réalisation des études avait lieu durant la période de floraison de la fève (entre mars et avril). Le verger de Beni H'midane démontre que quatre (04) ordres d'insectes butineurs ont été distingués : les **Hyménoptères** qui sont les plus abondants, les **Diptères**, les **Coléoptères** et les **Lépidoptères**.

Les **Hyménoptères** sont représentés seulement par la super famille Apoïdea avec quatre (04) familles : **Apidae**, **Meagachilidae**, **Halictidae** et **Andrenidae**.

Six (06) espèces représentent la famille des **Apidae** : *Apis mellifera* (L, 1758) qui est le butineur majeur de la fève avec 57.04 % des visites, *Eucera numida* (Lepeletier1841) totalise 10.38 % des visites, alors que les espèces ; *Eucera notata* (L.1841), *Bombus terrestris* (L, 1758) *Xylocopa violacea* (L.1758) et *Anthophora sp* enregistrent la même valeur 11.09 % des visites.

Osmia tricornis (Latreille, 1811) est une espèce qui s'appartient à la famille des **Megachilidae**, elle totalise 5,12 % des visites.

Les autres familles sont représentées par une seule espèce pour chaque famille, il s'agit des **Halictidae** avec l'espèce *Lasioglossum sp* et les **Andrenidae** avec l'espèce *Andrena sp*. Ces deux espèces sont considérées comme occasionnelles sur la fève (**Talhi et Berrahal, 2018**)

En ce qui concerne le verger de Hamma Bouziane, les résultats décrivent que les butineurs sont tous des **hyménoptères apoïdes** appartenant aux familles des **Apidae**, des **Halictidae** et des **Megachilidae**.

Apis mellifera est en tête des **Apidae** avec 74,28% des visites, suivi par *Eucera numida* (Lepeletier, 1841) avec 18,36% des visites. Pour les peu abondants, il existe *Lasioglossum sp*, *Osmia triconis* et *Chelostoma sp* (**Anik et Bouraoui, 2018**)

Tandis que le verger de Didouche Mourad, les résultats indiquent que les insectes butineurs des fleurs de *Vicia faba* sont répartie en 3 ordres : **Hyménoptères**, **Lépidoptères** et **Diptère**.

Trois (03) familles des **hyménoptères apoïdes** sont représentées par les **Apidae** et les **Andrenidae** et les **Halictidae**.

L'abeille domestique (L.1758) et *Eucera numida* (Lepeletier 1841) sont les visiteurs majeurs de la fève avec un pourcentage de 70.46% et 23,50% de suite, les peu abondants sont *Eucera nigrilabris* (Lepeletier, 1841), *Xylocopa violacea* (L.1758), *Bombus terrestris* (K.1956), *Anthophora atriceps* (Pérez.1879), *Anthophora sp*.

Les **Andrenidae** avec *Andrena flavipes* (Panzer.1799) et *Andrena sp*, et les **Halictidae** avec une espèce qui est *Lasioglossum sp* (Curis ,1833) sont intermittents. (**Ferraguena et Refeh, 2018**)

Tableau 1 : Les Hyménoptères Apoïdes sur la fève pendant les périodes d'études.

N=nombre des spécimens observé

	Le verger de Beni H'midane		Le verger de Hamma Bouziane		Le verger de Didouche Mourad	
	N	%	N	%	N	%
Insectes visiteurs de la fève						
Hyménoptères Apoïdes Apidae :						
<i>Apis mellifera</i> (L.1758)	879	57.04%	182	74,28%	2305	70.46
<i>Eucera numida</i> (Lepeletier1841)	160	10.38%	45	18,36%	769	23.50
<i>Eucera notata</i> (L.1841)	51	3.30%	-	-	-	-
<i>Eucera nigrilabris</i> (L.1841)	-	-	-	-	20	0.61
<i>Bombus terrestris</i> (L.1758)	66	4.28%	-	-	30	0.91
<i>Anthophora sp</i>	171	11.09%	-	-	2	0.06
<i>Xylocopa violacea</i> (L.1758)	51	3.30%	-	-	94	2.87
<i>Anthophora atriceps</i> (Pérez.1879)	-	-	-	-	38	1.16
Halictidae						
<i>Lasioglossum sp</i>	42	2.72%	8	3,26%	6	0.18
Megachilidae						
<i>Osmia tricornis</i> (Latreille, 1811)	79	5.12%	6	2,44%	-	-
<i>Chelestoma sp</i> (L.1809)	-	-	4	1,66%	-	-
Andrenidae						
<i>Andrena sp</i>	42	2.72%	-	-	5	0.15
<i>Andrena flavipes</i> (Panzer.1799)	-	-	-	-	2	0.06
Total	1541	100%	245	100%	3271	100

3. Evolution des visites de l'abeille domestique, *Eucera numida* et *Lasioglossum sp* obtenue sur la fève

Selon l'histogramme ci-dessous, l'abeille domestique détient le pourcentage le plus élevé des visites sur les deux vergers de fève et en deuxième place *Eucera numida*

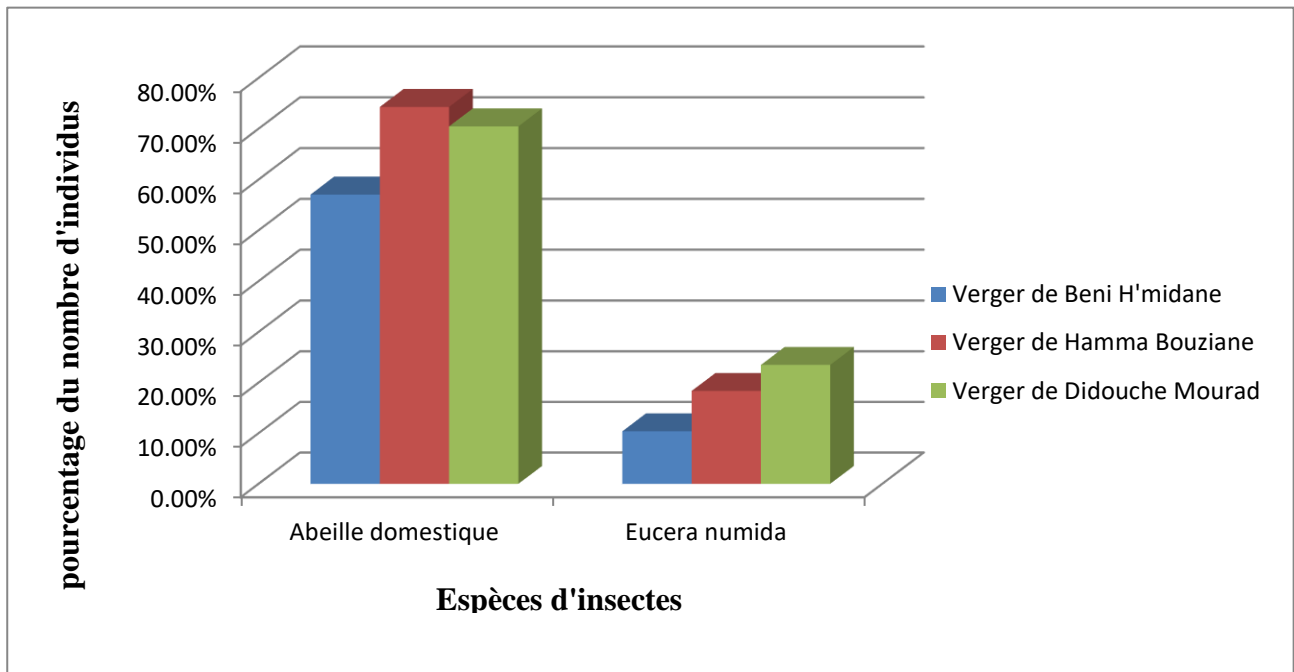


Figure 18 : Pourcentages des butineurs sur la fève pendant la période d'étude (mars-avril 2018).

4. Comportement de butinage des abeilles sur la fève

Selon les études réalisées, l'abeille domestique et *Eucera numida* pratiquent un butinage positif lorsqu'elles prélèvent le pollen, de ce fait la totalité des visites sont positives.

Dans le verger de Beni H'midane, l'abeille domestique a un butinage positif lorsqu'elle prélève le pollen avec un pourcentage de 60.29 % de visites et une valeur de 6.25% pour un butinage négatif. Les visites d'*Eucera numida* sont pour la récolte du nectar (61,25%) et du pollen (38,75%) (Talhi et Berrahal, 2018).

Au niveau de verger de Hamma Bouziane, les deux espèces *Apis mellifera* et *Eucera numida* ont 68,16% des visites positives et 31.84% sont négatives (Anik et Bouraoui, 2018)

Concernant le verger de Didouche Mourad, l'abeille domestique pratique un butinage positif avec un pourcentage de 42.16% et un butinage négatif avec 55.81% des visites, par

contre la totalité des visites d'*Eucera numida* sont positives avec 36.97% pour le pollen et 63.03% pour le nectar (**Ferraguena et Refeh, 2018**).

5. Activité journalière des espèces abondantes

D'après les travaux effectués, l'abeille domestique *Apis mellifera* est la plus abondante sur les fleurs de la fève, suivie par l'espèce *Eucera numida*. Le nombre des visites augmente jusqu'à 12 heures pour atteindre un pic. Ensuite leurs activités diminuent progressivement jusqu'à 16 heures.

6. Effet de la pollinisation entomophile sur le rendement de la fève

Les résultats obtenus montrent que le rendement de la pollinisation libre est supérieur à celui de l'autopollinisation, dans le verger de Beni H'midane, le pourcentage des gousses formées en pollinisation libre est de 37.25% contrairement à celles de l'autopollinisation qui est 17.11% (**Talhi et Berrahal, 2018**). Les gousses formées en pollinisation libre dans le verger de Hamma Bouziane ont un pourcentage de 26,33% inversement à celles de l'autopollinisation qui est 20,96% (**Anik et Bouraoui, 2018**). Le verger qui se situe au niveau de Didouche mourad a un pourcentage de 35,65 % des gousses formés à l'encontre de celles de l'autopollinisation qui ont un pourcentage de 26.58% (**Ferraguena et Refeh, 2018**).

Egalement en ce qui concerne le poids de la récolte des graines, celui de la pollinisation libre est aussi plus élevé que celui de l'autopollinisation, dans le verger de Beni H'midane, le poids moyen des graines obtenues en pollinisation libre était de 2.86 ± 0.59 g. contrairement à celui de l'autopollinisation qui était 2.83 ± 0.61 g (**Talhi et Berrahal, 2018**). Le poids moyen des graines de la pollinisation libre dans le verger de Hamma Bouziane était $3,72 \pm 1,05$ g inversement à celui de l'autopollinisation qui était de $1,88 \pm 0,76$ g (**Anik et Bouraoui, 2018**). Le verger qui se situe au niveau de Didouche mourad avait $3 \pm 0,94$ g comme poids moyen des graines de la pollinisation libre à l'encontre de celui de l'autopollinisation qui était de $2,35 \pm 0,95$ g (**Ferraguena et Refeh, 2018**).

CHAPITRE IV :
Discussion et Conclusion

D'après les études réalisées dans la région de Constantine pendant la floraison de la fève démontrent que les insectes butineurs de la fève sont majoritairement des **hyménoptères apoïdes** et les plus abondants sont **l'abeille domestique** et *Eucera numida*, les résultats de Benachour (2000, 2001, 2007 et 2008) et Aguib (2006) dans la même région montrent que l'entomofaune pollinisatrice de la plante dans la région de Constantine est composée en majorité d'**Hyménoptère apoïde** de la famille **Apidae**.

L'activité journalière des abeilles sur les fleurs dépend de la densité des individus sur les fleurs et aussi la production soit de pollen (Stone et al, 1998), soit de nectar (Pierre et al, 1996; Suzoet al, 2001 ; Pouvreau, 2004). *Apis mellifera* est toujours l'espèce la plus fréquente sur les fleurs avec une densité de plus de 50 individus par jours.

Les butineuses sont présentes sur les fleurs de la plante toute la journée mais sont plus intenses au cours de l'après-midi avec un pic d'abondance à midi (Free, 1993; Stoddard & Bond, 1987 ; Benachour et al, 2007).

L'efficacité pollinisatrice des abeilles domestique est déterminée par le type de butinage (positif ou négatif) et la vitesse de butinage, plus de 70% des visites sont des visites positives (concernent la récolte du pollen et du nectar)

Le butinage positif réalisé par l'abeille se fait par la pénétration intérieurement à la corolle pour prélever soit le pollen, soit le nectar. La récolte du nectar est toujours l'équivalent d'un butinage non fécondant car l'abeille profite des trous percés à la base des corolles par *Bombus terrestris* (Newton & Hill, 1983 ; Benachour et al, 2007).

La contribution d'insectes pollinisateurs est importante pour améliorer la production de *Vicia faba*. Le poids de la graine, le nombre de gousses et le nombre de graines obtenus par pollinisation libre sont plus élevés que ceux obtenus par autopolinisation.

En conclusion, les études réalisées dans la région de Constantine sur la fève, montrent l'importance des abeilles dans la pollinisation de cette culture. En effet, *Apis mellifera* et *Eucera numida* sont les principaux pollinisateurs de *Vicia faba*. Les études de l'effet de la pollinisation entomophile sur la production de la plante ont montré que la présence d'insectes pollinisateurs améliore significativement le rendement des plantes.

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUE

- **Anik, N. Bouraoui, M.** (2018). Contribution à l'étude des insectes pollinisateurs de la fève (*Vicia faba* L.) et du pommier (*Malus domestica* L.) dans la région de Constantine. Mémoire de mastère, université mentouri de Constantine. 53p
- **Aour-sadli, M.** (2008). Systématique, éco-éthologie des abeilles (Hymenoptera : Apoidea) et leurs relations avec la culture de fève (*Vicia faba* L.) sur champ dans la région de Tizi-Ouzou, thèse de Doctorat en Entomologie. Univ Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou : 268 p.
- **Batra, S.W.T., 1994** -Diversify with Pollen Bees. American Bee Journal 134(9): 591-593. Free, J.B. 1993. Insect Pollination of Crops. Academic Press, NY. 684p.
- **Benachour K., Louadi K. ET Terzo M., 2007**-Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenoptera: Apoidea) dans la pollinisation de la fève (*Vicia fabavar. major*) en région de Constantine, Algérie. -Annls Soc. ent. Fr. **43** (2): 213-219.
- **Benachour K, 2008**- diversité et activité pollinisatrice des abeilles (hymenoptera: apoidea) sur les plantes cultivées. Thèse de doctorat en Entomologie appliquée, université mentouri de Constantine. 151p.
- **Benachour, K. Louadi, (2013)**. Inventory of insect visitors, foraging behaviour and pollination efficiency of honey bees (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera: Apidae) on plum (*Prunus salicina* Lindl.) (Rosaceae) in the Constantine Area, Algeria, African Entomology 21 (2): 354-361 p.
- **Benoist R., (1961)**. Hyménoptères Apides recueillis au Hoggar par A. Giordani Soika. *Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale, Venezia*. 14 :43-53 p
- **Boyeldieu, J. (1991)**. La féverole. Chapitre VI in Produire des grains oléagineux et protéagineux. pp185-198.
- **Buchmann S &Nabhan G, 1996**– The Pollination Grisi . THE SCIENCE, 36 (4) : p 22-27
- **Delaplane K.S & Mayer D.F., 2000** - Crop pollination by bees. CABI Publishing, Wallingford, UK and New York, (344p)
- **Djebli Z E., Nekkeche M, 2016** – inventaire des insectes butineurs et comportement de butinage de l'abeille domestique (hyménoptère apoïdea) sur deux rosacé fruitier : le pommier (*malus communis*) et le cerisier (*prumus cerasus*) de la région de Hama Bouziane (Constantine). Mémoire de mastère, université mentouri de Constantine. 53p
- **Eardley C.D., Kuhlmann M. &Pauly A. 2010**: *The bee genera and subgenera of sub-sahara Africa*. Ed. Abc Taxa. 7: 1-138 p.

- **Engel M.S 2001**- A monograph of the balticamber bees and evolution of the apoidea (hymenoptere). bullin of the natural American museum of natural history.259:192p
- **Ferraguena, K. Refeh, A L-** (2018) Les insectes butineurs de la fève (*Vicia faba L.*) (*Fabaceae*) et du Cerisier (*Prunus avium L.*) (*Rosaceae*) et leur rôle dans la pollinisation de ces deux cultures en région de Constantine. Mémoire de mastère, université mentouri de Constantine. 42p
- **Gallai N, JM. Salles B.E, Vaissiere., 2009.** Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, (68) 3: 810-821 p
- **Herrera M & Pellmyr O, 2002** - Plant Animal Interactions: An Evolutionary Approach. 1st Edition, 313p
- **Jacob-Remacle A., 1990** - Abeilles sauvages et pollinisation. *Unit. Zool. Génér.App., Fac. Sci. agro. Grmbloux.*:1-40.
- **Jean-marie P., 1991** - La pollinisation par les abeilles. Edisud , 178p.
- **Louadi K., Maghni N., Benachour K., Berchi S., Aguib S. 2007 b.** Présence de *Dasypodamaura Pérez 1895* en Algérie (Hym., Apoidea, Melittidae). *Bulletin de la Société entomologique de France* **112** (2) : 252.
- **Mbaikoua M N, 2015** - notions sur la pollinisation des cultures par les abeilles fr. doc 20160415 regional training central 8. 17 p
- **Meulemeester T. 2011-** Approche intégrative dans la systématique de taxons complexes: les bourdons et les abeilles fossiles. Thèse soumise pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences. *UMONS*, Belgique. 316 p.
- **Michener C.D., 1974-**The social behavior of the bees. The Belknap press of Harvard. University Press, Cambridge, Massachusetts: 404 p.
- **Michener C.D. 2000-** The Bees of the World. The Johns Hopkins University Press, 807p.
- **Michener C.D. 2007-** The bees of the world. (2nd edition). The Johns Hopkins. University Press, Baltimore and London. XVI. 953 p.
- **Müller A & Kuhlmann M, 2008-** Pollen Hosts Of Western Palaearctic Bees of the Genus *Colletes* (Hymenoptera: Colletidae): The Asteraceae Paradox. *BIOLOGICAL Journal of the Linnean Society*. 95(4): P 719-733
- **Phillipe J.M. 1991-** La pollinisation par les abeilles. Edisud, 172 p.
- **Pouvreau A. 2004-** Les insectes pollinisateurs. Delachaux & Niestlé, 157 p.

- **Talhi, K. Berrahal, I- (2018).** Biodiversité des insectes pollinisateurs de la fève (*Vicia faba L*) (Fabaceae) et le pommier (*Malus communis L*) (Rosaceae) dans la région de Constantine. Mémoire de mastère, université mentouri de Constantine. 49p
- **Saxena MC (1991)-** Status and scope for production of faba bean in the Mediterranean countries. Options Méditerranéennes. Série Séminaires 10 : 15-20.
- **Schulthess, A.** (1924). Contribution à la connaissance de la faune des Hyménoptères de l'Afrique du Nord. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 15(6) : 293-320 p.
- **Tazerouti, L.** (2002). Biosystématiques des Apoidea (abeille domestique et abeille sauvages) dans quelques stations de la partie orientale de la Mitidja. Thèse de Magister INA d'ElHarrach Alger (Algérie). 225 p.
- **Vaissière B.** (2005). Abeille, pollinisation et biodiversité. *Abeille & Cie*, 106, 12 p.
- **Vaissière B.** (2002). Abeille et pollinisation. *Le courrier de la Nature* 196, *Special Abeilles* : 24-27.
- **Vanderplanck M, 2009** – Métabolisme stérolique de deux espèces d'abeilles solitaires spécialistes sur saule. Mémoire de fin d'études. univ Mons-Hainaut ,78p.
- **Waser M N & Ollerton J, 2006** - Plant-Pollinator Interactions ; FROM Specialization To Generalization, 488
- **Zaghouane O. 1991-** The situation of faba bean (*Vicia faba L.*) in Algeria. *Options Méditerranéennes*. Série Séminaires **10**: 123-125.

Cite Internet

- **Anonyme, 2014**
[http://www. Aquaportail.com/ Définition-8002 pollinisation.html](http://www.Aquaportail.com/ Définition-8002 pollinisation.html) (10/04/2020 15 :20)
- **Anonyme., 2017**
<http://catoire-fantastique.be/antenne-abeille/> (15/04/2020 10 :30)
- **Anonyme.,2018**
<http://www.encyclopedie-universelle.net/abeille1/abeille-menu.htm> (10/04/2020 17:55)

Résumé

Pour déterminer les insectes pollinisateurs de la fève (*Vicia faba*), nous avons synthétisé les travaux précédents de cinq (05) dernières années sur cette plante. Notre résumé a montré que les insectes qui butinent les fleurs de la fève sont tous des hyménoptères apoïdes appartenant aux familles suivantes : la famille des Apidae, des Halictidae, des Andrenidae et des Megachilidae. Dont les espèces de la famille des Apidae sont les plus abondants sur les fleurs de la fève. Sur l'ensemble des apoïdes rencontrés, l'espèces : *Apis mellifera* et *Eucera numida* sont les pollinisateurs les plus abondants et les plus efficaces. Le rendement grainier et le nombre de gousses obtenus par pollinisation libre sont plus élevés que ceux obtenus par autopolinisation.

Mots clés : Hyménoptères, *Apis mellifera*, *Eucera numida*, rendement, pollinisation.