



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

جامعة الأخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

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 Des Populations d'Insectes

Intitulé :

**Contribution à l'étude des insectes pollinisateurs de la fève
(*Vicia faba* L.) et du pommier (*Malus domestica* L.) dans la
région de Constantine**

Présenté et soutenu par : **Anik Nesrine**

le **04/07/2018**

Bouraoui Meroua

Président du jury : *Dr. Aguib Sihem M.C.A* (Université Frères Mentouri,
Constantine 1)

Rapporteur : *Dr. Bakiri Esma M.A.B* (Université Frères Mentouri, Constantine 1)

Examineurs : *Pr. Benachour Karima . Professeur* (Université Frères Mentouri,
Constantine 1).

Année universitaire

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES.....	3
1. La pollinisation	3
1.1 Définition	3
1.2 Les différents Types de pollinisation.....	3
1.3 L'autogamie et l'allogamie.....	5
1.4 Les insectes pollinisateurs.....	5
2. Les Apoïdes	7
2.1 Classification et distribution géographique des Apoïdes.....	7
2.2 Les caractères morphologiques des apoïdes	8
3. Relations plantes-abeilles	12
4. L'agriculture en Algérie	13
4.1 Les cultures légumières	13
4.2 Les cultures fruitières en Algérie	14
5. Généralités sur les plantes étudiées.....	14
5.1 La fève	14
5.2 Le pommier	16
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....	19
1. Données géographiques et climatiques de la wilaya de Constantine.....	19
2. la fève	20
2.1 Caractéristiques de la station d'étude	20
2.2 Inventaire et densité de la faune pollinisatrice	21
2.3 Observation du comportement de butinage des apoïdes.....	22
2.4 Evaluation de l'effet de la pollinisation sur le rendement de la fève	23
2. Le pommier.....	23
2.1 Caractéristiques de la station d'étude	23
2.2 Echantillonnage et inventaire des insectes butineurs	24
2.3 Comportement de butinage de l'abeille domestique	25
2.4 Evaluation de l'effet de la pollinisation sur le rendement du fruit	25
3. Identification des apoïdes et des plantes spontanées	25
CHAPITRE III : RESULTATS	26

1. La fève (<i>Vicia faba</i> L.)	26
1.1 Floraison de la plante.....	26
1.2 Diversité et densité des pollinisateurs.....	26
1.3 Activité journalière des espèces abondantes	27
1.4 Comportement de butinage	28
1.5 Effet de la pollinisation entomophile sur le rendement grainier	28
2. Le pommier.....	29
2.1 Floraison	29
2.2 Densité et diversité des insectes butineurs	30
2.3 Activité journalière de l'abeille domestique	30
2.3 Comportement de butinage de l'abeille domestique	30
2.4 Les mouvements de l'abeille domestique entre les arbres et les rangées	31
2.5 Effet de pollinisation entomophile	32
3. Les apoïdes butineurs des plantes cultivées et des plantes spontanées	32
DISCUSSION ET CONCLUSION.....	33
1. La fève.....	33
2. Le pommier.....	34
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	37
REFERENCES WEBOGRAPHIQUES	43
ANNEXES	44
RÉSUMÉ	61

Liste des figures

Figure 1 : Pièces buccales des coléoptères.	6
Figure 2 : Pièces buccales des lépidoptères.	6
Figure 3 : Structure générale d'un Apoidea.	9
Figure 4 : Structure de l'antenne d'une abeille.	10
Figure 5 : Pièces buccales d'Apoidea.	10
Figure 6 : Patte postérieur et antérieure de l'abeille.	11
Figure 7 : Aile antérieure d'un apoïde.	12
Figure 8 : Section longitudinale de la fleur de <i>Vicia faba</i>	16
Figure 9 : Photo d'une fleur de pommier.	18
Figure 10 : Coupe schématique d'une fleur de pommier.	18
Figure 11 : Photo satellitaire du verger de la fève dans la localité de Hamma Bouziane (Constantine).	21
Figure 12 : Méthode des quadrats pour l'observation et le comptage des apoïdes.	22
Figure 13 : photo satellitaire du verger du pommier dans la localité de El-Khroub (Constantine).	23
Figure 14 : Disposition du transect pour l'observation des apoïdes sur le pommier dans la localité d'El-Khroub (Constantine).	24
Figure 15 : photo d'un arbre avec des inflorescences ensachées	25
Figure 16 : Evolution du nombre moyen des visites d' <i>Apis mellifera</i> et <i>Eucera numida</i> sur la fève aux différentes heures de la journée dans la station de Hamma Bouziane (Constantine).	28
Figure 17 : Pourcentage des gousses normales et des gousses chutées sur les plants en pollinisation libre et en autopolinisation dans le verger de Hamma Bouziane (Constantine).	29
Figure 18 : Evolution du nombre de visite d' <i>Apis mellifera</i> sur le pommier aux différentes heures d'observation.	30
Figure 19 : Pourcentage d'abeilles domestiques en fonction de son déplacement et la distance de vol parcourue entre les arbres du pommier dans la station de El-Khroub (Constantine).	31
Figure 20 : Pourcentage des fruits formés sur les plants en pollinisation libre et en autopolinisation dans le verger de El-Khroub (Constantine).	32

Liste des tableaux

Tableau 1 : Apoïdes butineurs recensés sur la fève (<i>vicia faba</i>) durant la période de floraison dans le verger de Hamma Bouziane (Constantine).	26
Tableau 2 : Nombre moyen des butineurs recensés sur la fève par jour, par quadrat et leur densité par 100 fleur durant la période de floraison dans le verger de Hamma Bouziane.	27
Tableau 3 : Comportement de butinage d' <i>Apis mellifera</i> et <i>Eucera numida</i> sur <i>Vicia faba</i> (floraison 2018) dans la station de Hamma Bouziane (Constantine).	28
Tableau 4 : Nombre de graines mal formées et graines avortées sur les plantes à pollinisation libres et les plantes à autopolinisation durant la période de floraison dans la station de Hamma Bouziane (Constantine).	29
Tableau 5 : Poids moyen des graines sur les plants libres et encagées	29
Tableau 6 : Nombres d'insectes butineurs observés sur le pommier durant la floraison dans le verger de El-Khroub (Constantine). N=Nombre de spécimens observés.....	30
Tableau 7 : Comportement de butinage de l'abeille domestique sur le pommier dans la station de El-Khroub (Constantine).....	30
Tableau 8 : Les espèces apoïdes visitant la fève, le pommier et les plantes spontanées dans les régions d'études. (+) : Présence ; (-) : Absence.	32

INTRODUCTION

Contrairement à la plupart des animaux, les plantes adultes n'ont pas la capacité de se déplacer. Cela complique quelque peu leur reproduction : comment deux plantes peuvent-elles se reproduire si elles ne peuvent se rencontrer ?

La stratégie adoptée est de produire des éléments fécondant mobiles, c'est le cas du pollen. Le pollen est l'élément fécondant mâle de la plupart des végétaux. Il se présente sous la forme de minuscules grains, souvent de colorationjaune, et est produit au niveau des fleurs. Pour féconder un ovule et donner des graines, le grain de pollen doit quitter la fleur où il a été produit pour atterrir sur une fleur femelle. Une grande variété de stratégies a été développées pour assurer son transport : porté par le vent, l'eau ou des animaux : c'est la pollinisation. (BAUDE *&al.*, 2011).

La pollinisation effectuée par les abeilles est remarquable 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).

Plus de 20 000 espèces d'abeilles dans le monde contribuent à la survie et à l'évolution de plus de 80% des espèces de plante à fleurs. En milieu naturel, les apoïdes ont une grande importance écologique pour le maintien de la diversité des plantes indigènes et de toute la cascade trophique qui en dépend (VAISSIERE, 2005). Dans les agroécosystèmes, le rôle de ses insectes est surtout d'importance économique parce qu'ils influencent positivement la production agro-alimentaire (PAYETTE, 2004).

Dans notre pays, il existe peu d'études sur la pollinisation par les abeilles des plantes cultivées. Quelques observations cependant ont été réalisées sur certaines plantes comme la fève (AGUIB, 2006 ; MAGHNI, 2006 et BENACHOUR, 2008), la pomme de terre (MAGHNI, 2006) et la tomate (BENDIFALLAH-TAZEROUTI, 2002). Les seules observations réalisées par LOUADI (1998 a,b et 1999), BENDIFALLAH-TAZEROUTI (2002), MAATALLAH (2003), ARIGUE (2004), BENARFA (2004), AGUIB (2006), MAGHNI (2006) et LOUADI *& al.*, (2007) ont porté surtout sur les plantes spontanées. En raison de l'importance économique des cultures maraîchères et du peu d'information concernant les abeilles sauvages de l'Algérie, il nous a paru nécessaire d'étudier les agents pollinisateurs et leur impact sur le rendement d'une plante maraîchère (la fève) et un arbre fruitier (le pommier) dans la région de Constantine.

L'objectif de ce travail consiste à mener des observations durant la période de floraison de chaque plante afin de :

- ✓ Mettre en évidence les insectes pollinisateurs de ces deux cultures dans la région de Constantine.
- ✓ Estimer les densités et l'efficacité pollinisatrice des principales espèces visitant ces deux plantes.
- ✓ Observer le comportement de butinage des espèces d'apoïdes les plus abondante.
- ✓ Comparer le rendement des plants à pollinisation libre aux plants à autopollinisation.
- ✓ Définir l'impact de la pollinisation entomophile sur le rendement de ces deux cultures.

CHAPITRE I :DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

1. La pollinisation

1.1 Définition

La pollinisation est le mode de reproduction privilégié des plantes angiospermes et gymnospermes (70 % à 90 % des angiospermes sont pollinisés par une espèce animale). Il s'agit du processus de transport d'un grain de pollen depuis l'étamine (organe mâle) vers les stigmates (organe femelle) soit par autofécondation (concerne une minorité de plantes telles que les légumineuses ou les graminées) soit par fécondation croisée (le pollen d'une fleur se dépose sur les stigmates d'une autre fleur de la même espèce, processus qui fait souvent intervenir un insecte pollinisateur tel que l'abeille).

Le grain de pollen doit creuser un petit tunnel pour arriver dans l'ovaire qui contient l'ovule pour rendre possible la fécondation. C'est un des services écosystémiques (notion de mutualisme) rendus par la biodiversité, très important pour l'agriculture et la culture des arbres fruitiers. Le nombre et la variété des pollinisateurs influent fortement sur la biodiversité végétale et inversement (BUCHMANN & NABHAN 1996, ALLEN WARDELL & AL. 1998).

1.2 Les différents Types de pollinisation

Il existe trois modes de pollinisation : l'anémogamie, la zoogamie et l'hydrogamie

- L'anémogamie correspond au phénomène de transport par le vent. Ce dernier va pouvoir transporter le pollen d'une plante à l'autre. Dans 1/5ème des cas, la fécondation se fait par cette voie
- La zoogamie est le transport du pollen par les animaux. C'est le phénomène le plus courant, il concerne 4/5ème des cas de pollinisation.
- L'hydrogamie correspond au transport du pollen par l'eau. Ce phénomène reste très marginal et ne concerne que quelques plantes dont le pollen est de forme très allongée

Les insectes contribuent à la reproduction de 90% des 250000 espèces angiospermes (espèces à fleurs) recensées dans le monde (POUVREAU, 2004).

1.2.1 L'anémogamie

C'est la méthode la plus simple, mais la moins efficace, elle consiste à produire des quantités massives de pollen afin que le vent les transporte à bon port. La plante dépense ainsi beaucoup d'énergie à produire du pollen ; en revanche, elle n'a pas besoin de façonner des structures complexes pour attirer des pollinisateurs comme des fleurs colorées, du nectar ou des parfums odorants (POUVREAU, 2004).

1.2.2 La zoogamie

On peut voir le pollen de la fleur s'accrocher aux poils de l'insecte et la majorité des végétaux comptent sur les animaux pour assurer leur pollinisation. Les plantes qui utilisent la zoogamie développent des organes floraux parfois extrêmement complexes afin d'attirer les pollinisateurs(POUVREAU, 2004).

1.2.2.1 L'entomophilie

C'est la caractéristique d'une plante qui se fait polliniser par l'intermédiaire d'un insecte. Les Angiospermes utilisent principalement ce type de pollinisation. En explorant les fleurs à la recherche de nectar, les insectes (entre autres les abeilles, les papillons, les diptères ou certains coléoptères) se frottent aux étamines, récoltant involontairement des grains de pollen qu'ils abandonneront par la suite dans une autre fleur. Chaque insecte est souvent spécialisé pour récolter le pollen d'une ou de quelques espèces en particulier, ainsi le pollen bénéficie souvent d'un transport ciblé jusqu'à une autre fleur de la même espèce. Les fleurs entomophiles ont souvent des couleurs vives pour se faire mieux repérer des insectes pollinisateurs. En fait, les insectes tels que les abeilles ont une vision trichromatique et sont sensibles au vert, au bleu et à l'ultraviolet (mais pas au rouge). La vision dans l'ultraviolet leur permet de repérer des lignes qui convergent des pétales vers le cœur de la fleur et ainsi de mieux localiser les zones riches en nectar (POUVREAU, 2004).

1.2.2.2 L'ornithophilie

Elle caractérise une pollinisation par l'intermédiaire d'oiseaux. Les oiseaux au long bec pointu tels que les oiseaux mouches ou les souimangas qui sont d'importants visiteurs des fleurs(POUVREAU, 2004).

1.2.2.3 La chéiroptérophilie

Caractéristique d'une pollinisation par l'intermédiaire de chauves-souris. Ce genre de pollinisation est retrouvé chez certains cactus où elle est aisément reconnaissable par des fleurs larges, très pâles et odorantes qui facilitent ainsi leur repérage par les pollinisateurs nocturnes (POUVREAU, 2004).

1.2.3 Hydrogamie

Quelques rares espèces de plantes aquatiques dispersent leur pollen dans l'eau. Leur pollen est de forme très allongée, ce qui permet aux courants de le transporter d'une plante à l'autre (POUVREAU, 2004).

1.3 L'autogamie et l'allogamie

La pollinisation peut être de type allogame (l'ovule est fécondé par du pollen en provenance d'une autre plante) ou autogame (le pollen féconde les organes femelles d'une même fleur ou d'autres fleurs d'une même plante).

La plupart des plantes à fleurs étant hermaphrodites, ce qui pourrait laisser penser que l'autogamie est pour elles la solution de reproduction la plus simple. Pourtant, dans bien des cas, elles font tout pour échapper à ce type de pollinisation, qui assure certes la continuation et la stabilité de l'espèce, mais au prix d'un appauvrissement comparable à l'endogamie chez les humains. On pense en particulier que les plantes autogames seraient incapables de s'adapter à des conditions nouvelles, créées notamment par des modifications climatiques.

La stratégie allogame peut prendre des formes très variées. On notera cependant que de nombreuses fleurs, pour des raisons de sécurité, pratiquent à la fois l'allogamie et l'autogamie, tandis que d'autres, apparemment de plus en plus nombreuses, sont exclusivement autogames (POUVREAU, 2004).

1.4 Les insectes pollinisateurs

On distingue différents ordres d'insectes ayant une réelle activité sur les fleurs. Le rôle des insectes dans la pollinisation des fleurs est lié à leurs caractéristiques morphologiques, notamment leurs pièces buccales, en fonction de la morphologie de celles-ci, les insectes sont plus ou moins spécialisés dans la pollinisation de certaines fleurs (POUVREAU, 2004).

1.4.1 Les coléoptères

Les coléoptères sont les insectes les moins bien adaptés à la pollinisation des fleurs, en raison notamment de leurs pièces buccales courtes et de leur poids important. La pollinisation par les coléoptères est ainsi assez brutale et peut causer des dommages aux fleurs (stigmates ou pistils endommagés). Il arrive parfois que ces insectes aient un impact négatif sur les cultures lorsqu'ils sont trop nombreux comme c'est le cas des cétoines par exemple (POUVREAU, 2004).

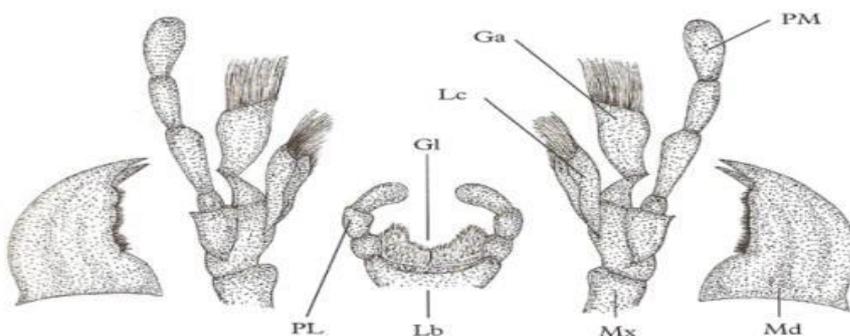


Figure 1: Pièces buccales des coléoptères (POUVREAU, 2004).

1.4.2 Les diptères

Les diptères possédant un labium court ils visitent des fleurs au nectaraccessibles. Certains ont un labium long qui leur permet d'accéder aux nectars moins accessibles chez certaines fleurs avec une corolle étroite. Parmi eux on cite les syrphes qui sont de bons pollinisateurs (POUVREAU, 2004).

1.4.3 Les lépidoptères

Les lépidoptères possèdent une trompe permettant d'atteindre le nectar de fleurs très étroites, moins accessible aux autres pollinisateurs. Ils peuvent avoir une activité nocturne, diurne ou les deux (POUVREAU, 2004).

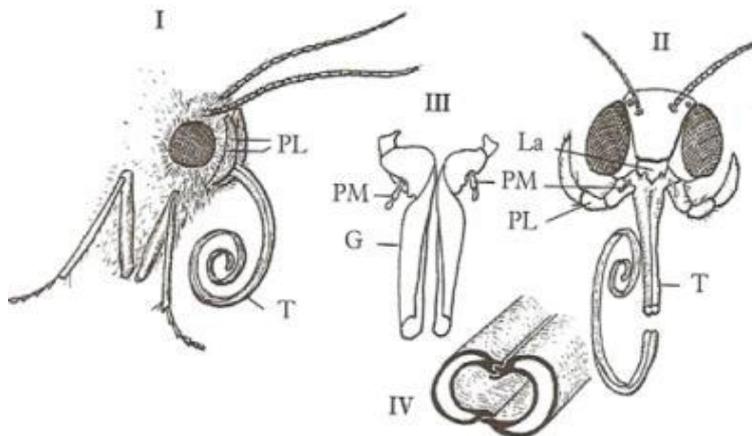


Figure 2: Pièces buccales des lépidoptères (POUVREAU, 2004).

1.4.4 Les hyménoptères

L'ordre des hyménoptères est celui qui a le plus d'importance en termes de pollinisation, ils possèdent un labium long qui leur permet d'aller chercher du nectar dans les corolles profondes. Le rôle principal est tenu par la super-famille des Apoïdes (POUVREAU, 2004), ils comprennent les bourdons et les abeilles, soit 20 000 à 30 000 espèces dans le monde, parmi elles, on compte *Apis mellifera* qui est l'espèce domestique et sociale la plus répandue. Les abeilles solitaires et sauvages représentent 85% des espèces d'Apoïdes, leur activité n'est donc pas négligeable et est même plus importante que celle des abeilles domestiques (CAMPBELL, 1995 et POUVREAU, 2004).

En butinant, les insectes pollinisateurs contribuent à la survie et à l'évolution de plus de 80% des espèces végétales (MICHENER, 2000). Les habitudes de butinage varient d'une espèce à une autre:

- Les abeilles domestiques sont polylectiques, c'est-à-dire qu'elles utilisent une large gamme d'espèces végétales pour se nourrir, mais une ouvrière reste fidèle à une espèce végétale lors d'un voyage de butinage (MICHENER 1974).
- Le bourdon terrestre (*Bombus terrestris*) qui est également une espèce domestique, est principalement employé pour la pollinisation des cultures de tomate sous serres
- D'autres espèces comme *Megachile rotundat*, *Nomiamelanderi* et *Osmia sp* (espèces solitaires) sont élevées pour la pollinisation des grandes surfaces de luzerne porte-graine dans le nord-ouest des Etats-Unis (CHAGNON , 2008).

2. Les Apoïdes

2.1 Classification et distribution géographique des Apoïdes

Les Apoïdes appartiennent à l'ordre des Hyménoptères et au sous ordre des Apocrites. La faune des apoïdes comporte environ 16000 espèces décrites jusqu'à ce jour, réparties en 1197 genres et sous genres et classées en 7 famille: les Stenotritidae, les Colletidae, les Andrenidae, les Halictidae, les Megachilidae, les Melittidae et les Apidae (MICHENER, 2000).

Les six premières familles comportent toutes des espèces solitaires, bien que certaines d'entre elles affichent un certain degré de socialisation, la dernière famille, celle des Apidae, regroupe des espèces solitaires, sociales et hautement sociales (MICHENER, 2007).

La faune apoidienne est distribuée selon plusieurs facteurs, tels que le climat, la végétation et aussi l'aptitude des abeilles à se disperser et à atteindre des aires convenables. Les abeilles sont très abondantes et diversifiées dans les régions à climat tempéré (nord-est américain, l'Europe, l'extrême sud brésilien jusqu'en Argentine) (MICHENER, 2000 cité par BENACHOUR, 2008). Cependant, la plus grande richesse est enregistrée dans les régions à climat méditerranéen comme l'Afrique du Nord et la côte-ouest des Etats unis (Californie) (RASMONT *et al.*, 1995 ; EARDLEY, 1996 ; MICHENER, 2000 et KUHLMANN , 2005).

Les régions les moins riches sont à l'extrême sud-africain, les régions arides et les savanes tropicales, l'extrême nord australien, les savanes équatoriales et enfin l'Afrique de l'est.

En Algérie, la faune apoidienne est pratiquement inconnue, seuls les travaux de SAUNDERS (1901, 1908), d'Est en Ouest et de ALFKEN (1914) dans la région Algéroise ainsi que dans le M'Zab (MORICE, 1916) et de Benoist (1961) au Hoggar montrent la composition de la faune en familles, et en espèces. En effet, les familles au nombre de sept, sont représentées par les genres communs du Maghreb.

Les travaux récents de LOUADI et DOUMANDJI (1998 a et b) dans la région Constantinoise font une révision de la nomenclature et une énumération des genres qui appartiennent à quatre familles : *Apidae* est constituée par deux sous familles : *Apinae* et *Bombinae*. La famille des *Andrenidae* par la seule sous famille des *Andreninae*, la famille des *Halictidae* se compose des sous familles : *Halictinae*, *Nominae*. La famille des *Megachilidae* qui se compose de la sous famille *Megachilinae*. Dans cette région, les auteurs de la première moitié du siècle citent sept espèces du genre *Halictus*, 14 du genre *Andrena*, 1 du genre *Panurgus*, *Nomada* (1 espèce), *Ceratina* (2 espèces), *Xylocopa* (2 espèces), *Eucera* (7 espèces), *Anthophora* (3 espèces), *Bombus* (2 espèces), *Chalicodoma* (1 espèce), *Megachile* (4 espèces), *Osmia* (13 espèces), *Anthidium* (9 espèces). Ceci est valable pour le nord de l'Algérie dont la limite au sud est Biskra.

La Faune du Sahara (Hoggar) est malheureusement pauvre en abeilles sauvages. ROTH (1930) mentionne une seule espèce, il s'agit de *Xylocopa hottentata* (*Apidae*) et il explique cette pauvreté en faune apidienne par le type de la flore et le climat aride.

2.2 Les caractères morphologiques des apoïdes

Les abeilles, comme tous les insectes, ont un corps divisé en trois régions : Une tête qui porte les principaux organes sensoriels, un thorax muni de deux paires d'ailes et de trois paires de pattes et un abdomen qui contient la plus grande partie des organes internes, leur taille est comprise entre 2 et 29 mm (MICHENER, 2000) elles présentent une particularité qui consiste en une constriction appelée « taille de guêpe » située entre le dernier segment thoracique et le premier segment abdominal. Le corps est couvert de poils (fig. 3).

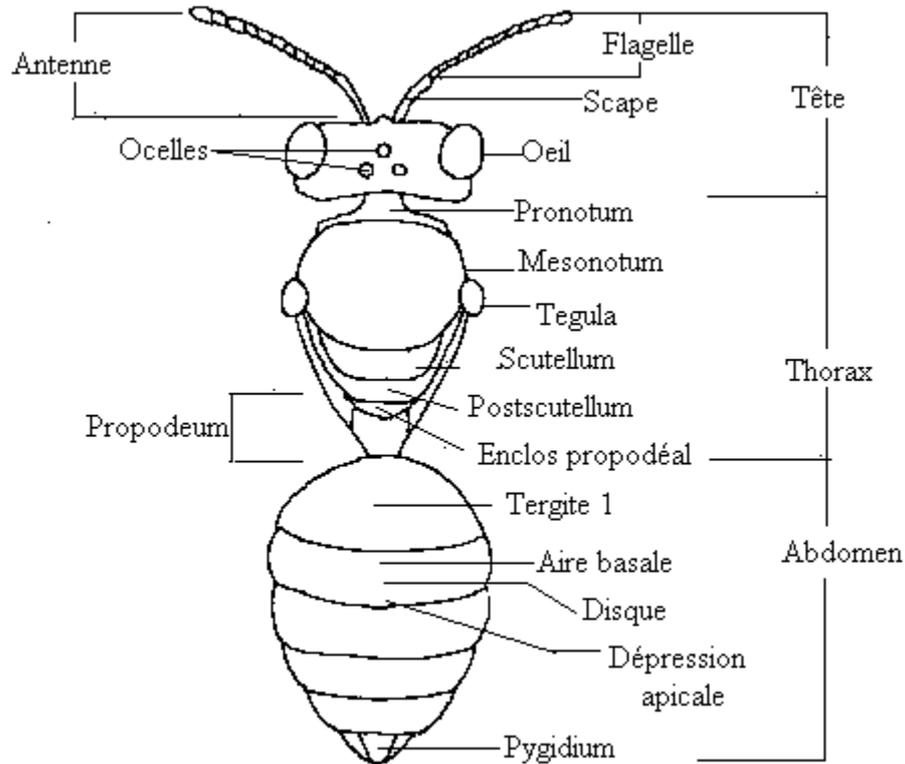


Figure 3: Structure générale d'un Apoidea (d'après SCHEUCHL ,1995 cité par BENACHOUR, 2008).

2.2.1 La tête

Elle est composée de deux yeux composés, trois ocelles, deux antennes et des pièces buccales. Les antennes sont des organes sensoriels primordiaux formées de 12 articles chez les femelles et de 13 articles chez les mâle (ENGEL,2001). Au moins sept types d'organes sensoriels figurent sur le flagelle parmi lesquels, on cite, les plaques poreuses qui servent à l'odorat,d'autres structures servent au goût, au toucher,à la mesure de l'humidité de l'air,et probablement à la mesure de la température(ENGEL, 2001) (fig. 4).

L'appareil buccal de l'abeille est du type broyeur-lécheur (PAYETTE, 2003), adaptée à la récolte de liquides comme le nectar ou le miellat. Les maxilles sont transformées en langue ou glosse pour la récolte (fig. 5).

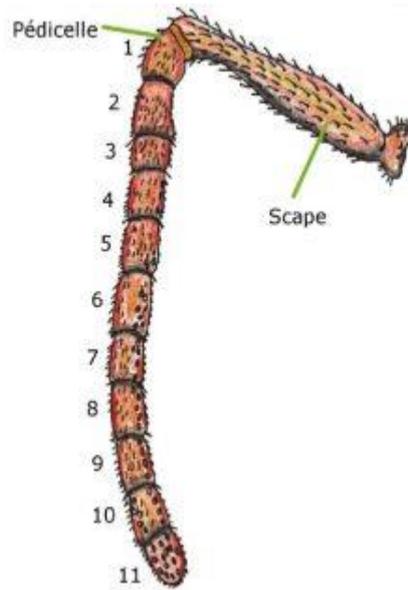


Figure 4 : Structure de l'antenne d'une abeille (ANONYME, 2017).

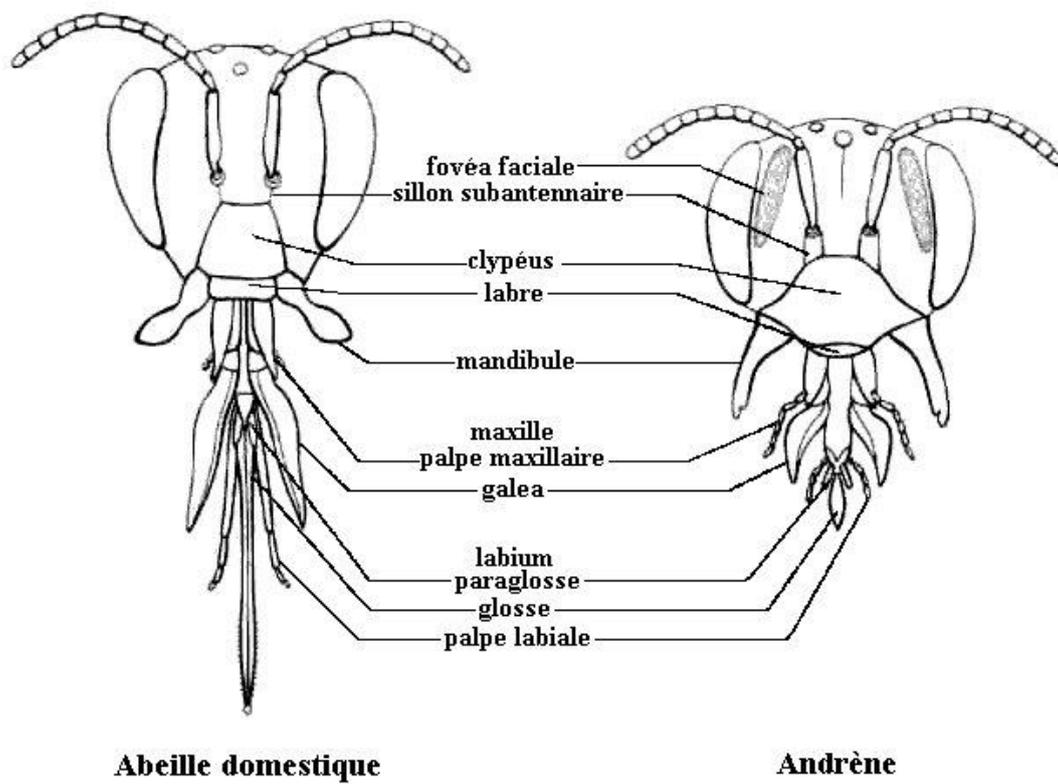


Figure 5 : Pièces buccales d'Apoidea (ANONYME, 2012).

2.2.2 Le thorax

2.2.2.1 Les pattes

Les trois paires de pattes de l'abeille servent à la fois au déplacement et d'outil. On peut distinguer les pattes antérieures, médianes et postérieures qui sont cependant toutes composées de 5 pièces articulées : le coxa(hanche), le trochanter, le fémur, le tibia et le tarse, lui-même divisé en cinq articles(fig. 6). Les extrémités des pattes sont pourvues de coussinets qui permettent l'adhésion aux surfaces lisse, et de griffes par lesquelles l'abeille s'accroche aux supports rugueux, ou aux autres abeilles dans la grappe,dans l'essaim ou la chaîne cilière.Elles se servent aussi des pattes pour manipuler la cire,le pollen,la propolis,ou pour se nettoyer(POUVREAU ,2004).Les pattes antérieures portent le peigne à antennes,ainsi qu'une partie des organes du goût.Les pattes postérieures portent les outils quiservent à la récolte du pollen et de la propolis :peigne, râteau et corbeille

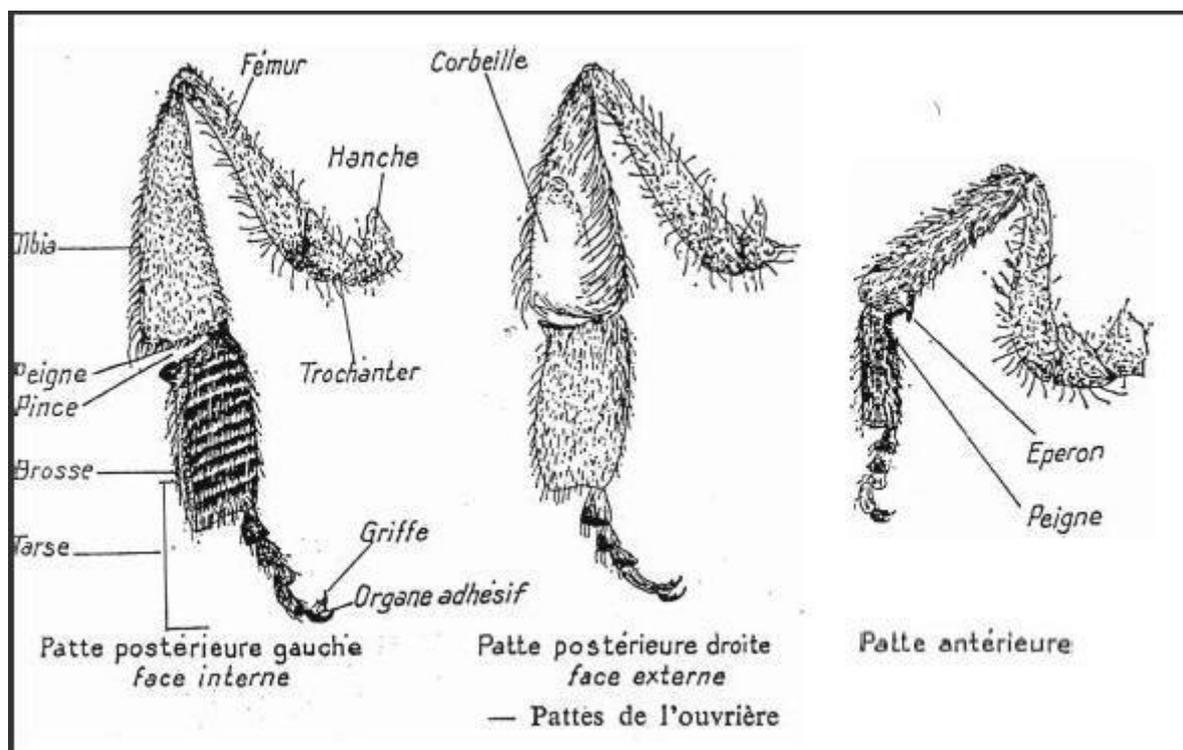


Figure 6: Patte postérieure et antérieure de l'abeille (ANONYME, 2010).

2.2.2.2 Les ailes

Les ailes sont des replis membraneux parcourus par les nervures,qui sont des vaisseaux ou circule l'hémolymphe(le sang). Les ailes antérieures sont plus grandes que les postérieures ; Les nervures (exemple : nervures médiane, cubitale, transverso-cubitales et récurrentes) divisent l'aile antérieure en cellules (exemple : nervures médiane, cubitale, transverso-cubitales et récurrentes) (MICHENER ,2007) (fig. 7).

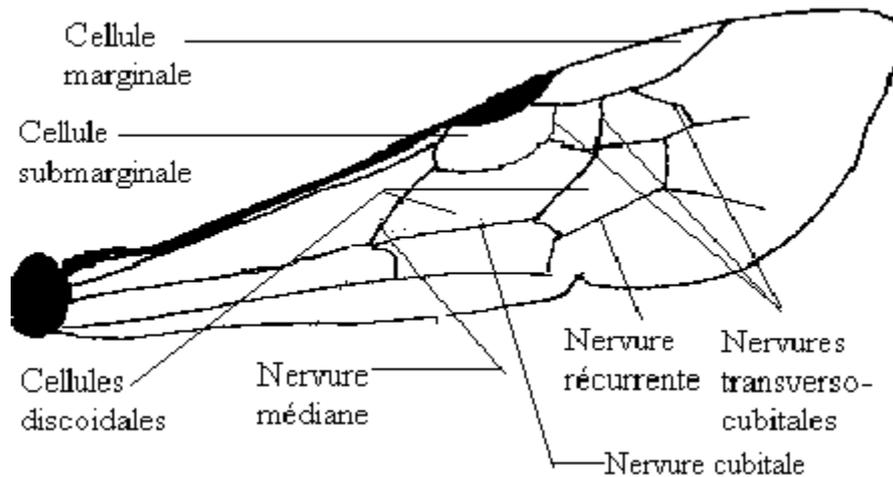


Figure 7 :Aile antérieure d'un apoïde (cité par BENACHOUR,2008).

2.2.3 L'abdomen

L'abdomen est 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).

3.Relations plantes-abeilles

Une grande majorité des angiospermes nécessite, pour leur reproduction, l'intervention d'un agent pollinisateur. Les insectes sont, en général, les principaux agents pollinisateurs des plantes à fleurs. Pour attirer les insectes, les plantes à fleurs développent des organes et des stratégies parfois complexes, par exemple, certaines espèces d'orchidées miment à la fois la morphologie et les phéromones de la femelle de l'insecte pollinisateur qui sera leurré en essayant de s'accoupler à la fleur,transporte de fleur en fleur les grains de pollen (PROCTOR & al., 1996 ; MAHE, 2001cité par BLONDIAU, 2009).

Chaque espèce pollinisatrice présente soit une large préférence florale soit une étroite préférence florale. Les termes, décrivant ces préférences, ont été définis par ROBERTSON (1925), ainsi les espèces polylectiques butinent une large gamme de plantes à fleurs.La plupart des espèces de pollinisateurs sont polylectiques (MICHENER, 1974),y compris l'abeille mellifère (*Apis mellifera*),des espèces de bourdons et quelques abeilles solitaires.

Les espèces oligolectiques butinent une famille ou un genre de plante bien particulière (BLONDIAU,2009).Beaucoup d'abeilles solitaires sont oligolectiques, notamment *Bombusgerstaeckeri* qui fréquente exclusivement des espèces du genre *Aconitum* (PONCHAU&al., 2006).

On parle même d'espèces monolectiques lorsqu'elles butinent exclusivement une espèce de fleur (BLONDIAU, 2009). On cite *Hoplitis adunca* qui ne visite que les fleurs de la vipérine commune.

La relation qui relie les abeilles et les angiospermes est à bénéfice réciproque, puisque la plante est fécondée par le pollen transporté par l'insecte, tandis que l'abeille trouve sur la plante une nourriture sous forme de nectar et de pollen (THIERRY & al., 2003 ; cité par MAGHNI, 2006).

4. L'agriculture en Algérie

La surface des terres agricoles couvre 20% de la superficie totale du pays, soit environ 40 millions d'hectares, dont environ 8,5 millions d'hectares de surfaces cultivées et 31,5 millions d'hectares de parcours, à laquelle s'ajoutent 4 millions d'hectares de forêts et maquis. La surface irriguée représente 13% des surfaces cultivées (1,1 million d'hectares).

Les cultures herbacées occupent une superficie totale d'environ 75.356 hectares et sont représentés essentiellement par les céréales d'hiver (blé dur, blé tendre, avoine et orge) avec une superficie d'environ 67.500 hectares (33%).

Les cultures maraîchères occupent seulement une superficie d'environ 3.341 hectares (4,6%), viennent ensuite les fourrages artificiels avec une surface de 3.270 hectares (4,3%) et les légumes secs (fève, pois sec, pois-chiche, lentilles) avec une superficie d'environ 1145 hectares (1,5%) (DSASI, 2001).

4.1 Les cultures légumières

Les légumineuses alimentaires en Algérie ont toujours occupé, sur le plan de la superficie, le troisième rang après les céréales et les fourrages. Leur superficie est de l'ordre de 90 000 hectares représentant 0,21 % de la superficie agricole totale en 2014. Les espèces les plus cultivées sont dans l'ordre : la fève, la fèverole, le pois-chiche, le pois-sec, les lentilles et le haricot-sec (MADR, 2014).

La fève (*Vicia faba L.*) est la culture qui a fait partie de nos systèmes agraires depuis longtemps dans différentes zones agro-écologiques du pays. En effet, la fève est la plus importante culture parmi les légumineuses alimentaires avec 58.000 hectares soit 44,3 % de la superficie totale réservée à cette catégorie de cultures. Sa production moyenne annuelle est de 254.000 quintaux au cours de la période 1981-1990. Cependant les rendements restent les plus faibles dans le monde avec 4,41 q/ha (BOUZNAD & al., 2001).

4.2 Les cultures fruitières en Algérie

L'arboriculture fruitière prend une grande extension dans tout le bassin méditerranéen, il fait partie intégrante de la vie économique et sociale de l'Algérie, vu l'intensification de l'arboriculture fruitière en zones arides et montagneuses, réalisée suite à la stratégie tracée par le ministère de l'agriculture algérienne (HOUMANI, 1999). Le pommier *Malus domestica* est l'espèce fruitière la plus cultivée dans le monde en zone tempérée (CHOUINARD & al., 2000). En Algérie la culture du pommier est en progression durant cette dernière décennie, à partir de l'année 2011, la superficie des vergers a évolué de 70% ce qui correspond à une augmentation annuelle de 13% avec une production de 35% (FAO, 2010), par conséquent, elle traduit l'importance de l'espèce et son large éventail de débouchés des récoltes (fruits frais, confiture, jus de fruits, et utilisation en pâtisserie). La superficie occupée par le pommier a presque triplé pendant les 15 dernières années avec une superficie d'environ 87.248 hectares en 2014 (MADR, 2014).

5. Généralités sur les plantes étudiées

5.1 La fève

La fève (*Vicia faba* L.) est une légumineuse de la famille des Fabaceae dont la culture est d'origine méditerranéenne. 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).

En Algérie, elle représente une source alimentaire de première importance, on la cultive sur les plaines côtières et les zones sub-littorales. Avec une surface cultivée 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 semée en automne et fleurit 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 & al., 1993 ; PIERRE & al., 1997, 1999 cité par BENACHOUR, 2008).

5.1.1 Classification

Selon (RETA SANCHEZ & al. 2008), la fève est classée botaniquement comme suit :

Règne : *Plantae*

Sous-Règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-Classe : Rosidae

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae

Genre : *Vicia*

Espèce : *Vicia faba* L

5.1.2 Description botanique

La fève est une plante annuelle, herbacée érigée et vigoureuse. Elle est diploïde ($2n = 12$ chromosomes) et partiellement allogame (WANG *et al.*, 2012). Elle est formée d'un appareil végétal et d'un appareil reproducteur.

5.1.2.1 Les racines

Selon (DUC, 1997), le système racinaire de *Vicia faba* est formé par une racine principale pivotante et des racines secondaires portant des nodosités contenant des bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium leguminosarum*). D'après (CHAUX & FOURY, 1994), le système racinaire de la fève peut s'enfoncer jusqu'à 80 cm de profondeur, les nodosités sont abondantes dans les 30 premiers centimètres.

5.1.2.2 Les feuilles

Les feuilles sont alternes, composées-pennées, constituées par 2 à 4 paires de folioles ovales, sans vrille, de couleur vert glauque ou grisâtre. Les stipules bien visibles sont en forme dentée (CHAUX & FOURY, 1994).

5.1.2.3 Les fleurs

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).

L'inflorescence est en grappe axillaire de 1 à 6 fleurs et sont constituées d'un calice à 5 sépales, d'une corolle blanche à 5 pétales (la carène, les ailes et l'étendard), de 10 étamines dont 9 sont soudées et 1 libre. L'ovaire est supère et sessile avec 2 à 4 ovules allant parfois jusqu'à 9. La floraison débute en moyenne au niveau du 7^{ème} nœud et continue jusqu'aux 20^{èmes} nœuds suivant (BRINK & BELAY, 2006). GIRARD (1990) rapporte qu'il n'y a pas d'inflorescence terminale ce qui fait que la floraison est en principe indéfinie.

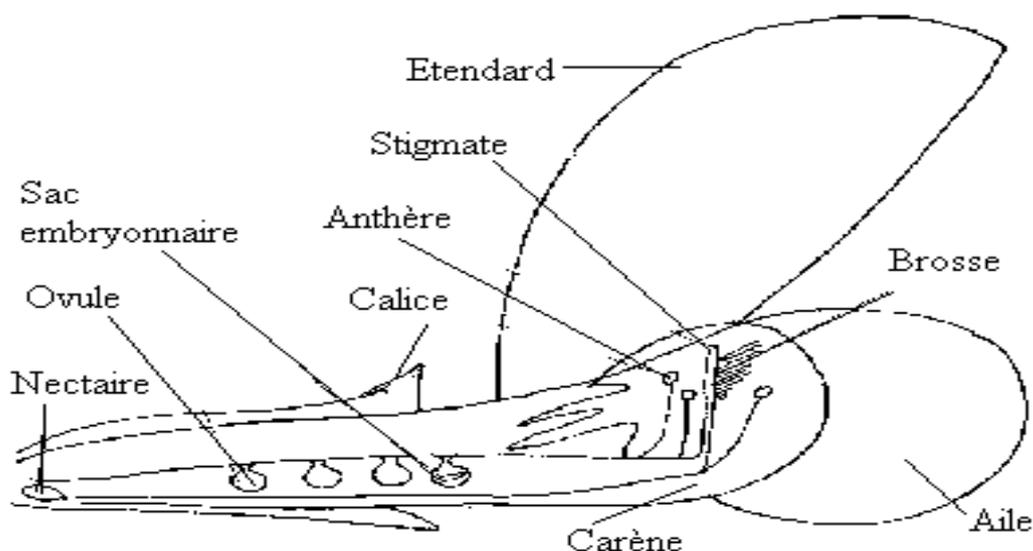


Figure 8: Section longitudinale de la fleur de *Vicia faba*(STODDARD & BOND, 1987 cité par BENACHOUR,2008)

5.1.2.4 Les fruit

Les fruits sont des gousses charnues qui peuvent avoir de 10 à 20 cm de long selon les variétés et contiennent un nombre variable de graines (4 à 9)(DUC, 1997).

5.1.2.5 Les graines

Les graines sont charnues, de couleur vert tendre à l'état immature, elles développent à maturité complète, un tégument épais et coriace de couleur brun rouge à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à contour presque circulaire réniforme (DUC, 1997).

5.2 Le pommier

Le pommier occupe une place importante dans la production mondiale, avec 70 million de tonnes juste derrière les agrumes et les bananes. Les pays les plus producteurs de pommes sont la Chine avec un potentiel supérieur à 30 million de tonnes et les pays Européens avec environ 9 à 10 million de tonnes (FAO ,2007).

En Algérie, les superficies du pommier sont importantes, avec des rendements encore faible une moyennationale 74,4 quintaux par hectare2011(MADR, 2013). La qualité du pommier dépend des facteurs climatiques et les techniques culturales mises en place (DSA, 2014).

5.2.1 Classification

Embranchement : Spermaphytes

Sous Embranchement: Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous Classe : Dialypétales

Famille : Rosacées

Sous Famille : Maloïdeae

Genre : *Malus*

Espèce : *Malus domestica* (BORKH,1803)

5.2.2 Description botanique

5.2.2.1 L'arbre

Le pommier est un arbre buissonnant de vigueur moyenne, à port arrondi, il atteint 6 à 8 mètres et même 10 mètres de hauteur avec des branches divergentes, retombantes avec l'âge (BRETAUDEAU,1979).

5.2.2.2 Les rameaux

Les rameaux du pommier sont à écorce lisse, brune, à lenticelles plus ou moins nombreuses suivant les variétés, devenant rugueuses sur le vieux bois. Ils portent des bourgeons qui peuvent être végétatifs ou inflorescentiels(BRETAUDEAU, 1979).

5.2.2.3 Les feuilles

Les feuilles sont caduques, alternes, simples, entières et dentées sur les bords, velues dans leur jeunesse, à pétiole plus court et accompagné à sa base de deux stipules foliacées(BRETAUDEAU, 1975 et MASSONNET, 2004).

5.2.2.4 Les fleurs

Les fleurs sont regroupées en corymbes de 8 à 11 fleurs portées à l'extrémité de rameaux courts, nommées brindilles couronnées, ou directement sur les brindilles au niveau des boutons axillaires (COUTANCEAU, 1962).Elles sont hermaphrodites et la reproduction de l'espèce est assurée avec une allogamie prédominante (BORE et FLECKINGER, 1997).La floraison est préférentiellement croisée (GALLAIS &BANNEROT, 1995).

Le principal agent pollinisateur est l'abeille domestique.L'ovaire de la fleur et les tissus soudés qui l'entourent (bases de filets, des pétales et des sépales) se développent pour former un fruit charnu complexe, de couleur et de goût variable selon les variétés (MASSONNET, 2004).



Figure 9 :Photo d'une fleur de pommier (photo original).

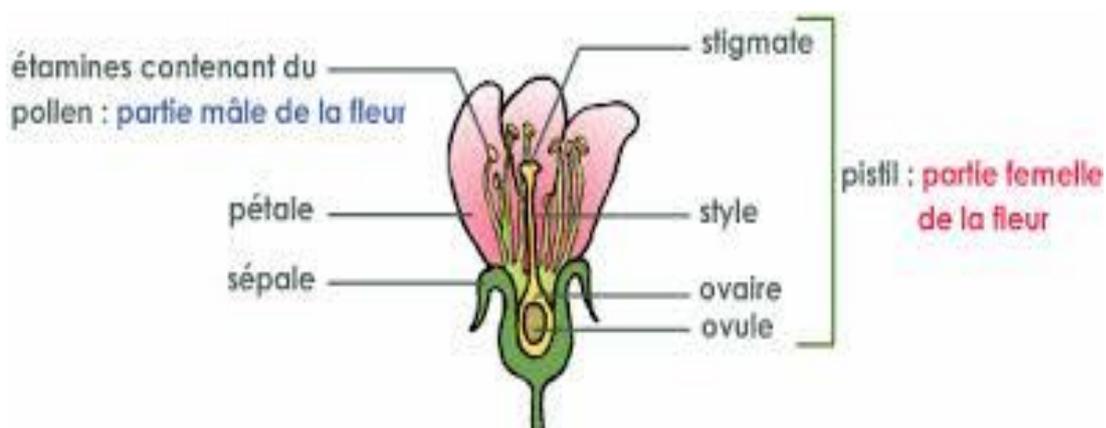


Figure 10 : Coupe schématique d'une fleur de pommier.

5.2.2.5 Le fruit

Le fruit est une drupe, à mésocarpe charnu entourant 5 loges cartilagineuses et a chaire croquante de teinte blanchâtre, jaune ou rose et des loges contenant le pépin (BRETAUDEAU,1978).

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

1. Données géographiques et climatiques de la wilaya de Constantine

Constantine se situe entre la latitude $36^{\circ} 17' N$ et la longitude $6^{\circ} 37'$ Est sur une altitude de, située en plein centre de l'Est algérien et plus précisément à 245 km des frontières Algéro-tunisiennes, à 431 km de la capitale Alger à l'Ouest, à 89 km de la wilaya de Skikda au Nord et à 235 km de la wilaya de Biskra au Sud. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Skikda, à

l'Est par la wilaya de Guelma, à l'Ouest par la wilaya de Mila et au Sud par la wilaya d'Oum el Bouaghi.

De par ses potentialités économiques et sociales, la wilaya de Constantine se place parmi les wilayas les plus importantes du pays, elle s'étend sur une superficie de l'ordre de 2297,20 Km².

Le climat de la Wilaya est un climat méditerranéen de type semi-aride caractérisé par des hivers relativement frais et humides et des étés chauds et secs.

La flore, diversifiée, est composée de forêts, de maquis, de prairies naturelles et artificielles, de terres labourées, de vergers et de surfaces nues englobant les terres dénudées, des steppes et des broussailles. La strate arborescente supérieure (20 à 30 m) est composée majoritairement de pins et de chênes.

Les structures physiques et chimiques du sol, ainsi que les conditions climatiques de la wilaya sont favorables au développement de plusieurs cultures, et des plantes spontanées qui représentent une source alimentaire indispensable aux abeilles.

2. la fève

2.1 Caractéristiques de la station d'étude

Les observations ont été effectuées dans la commune de Hamma Bouziane (36° 24' N, 6° 35' E), située au nord de Constantine dans un verger privé dont la superficie totale est d'environ 45 hectares. Le verger est composé de plusieurs arbres fruitiers : 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.

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 2 km à vol d'oiseaux. Il est entouré de plantes spontanées tel que : *Oxalis pescaprae* ; *Fumaria officinalis* et *Bellis annua*.

L'agriculteur a utilisé des herbicides sur la fève du genre : BAZAGRAN et SUPER GALLANT



Figure 11 :Photo satellitaire du verger de la fève dans la localité de Hamma Bouziane (Constantine).

2.2 Inventaire et densité de la faune pollinisatrice

Les observations sont menées sur la fève en pleine floraison, durant 30 jours (du 10/03/2018 au 05/04/2018). On a effectué 6 sorties en utilisant la méthode des quadrats qui est utilisée pour l'observation et le comptage des pollinisateurs et de la densité florale. Cinq quadrats de 1 m² chacun sont délimités avec des pieux dans les deux premières rangées à partir du bord de la culture. La distance qui sépare deux quadrats est de 1 m. Tous les quadrats sont exposés au soleil et bénéficient d'un même arrosage.



Figure 12 :Méthode des quadrats pour l'observation et le comptage des apoïdes(photo originale).

Sept comptages sont réalisés chaque heure de 9h à 16h, l'observateur parcourt pendant environ 60 minutes les cinq quadrats (12 minutes par quadrat) pour comptabilise les insectes butineurs présents sur les fleurs.

L'objet de visite de l'insecte sur les fleurs(récolte de pollen,de nectarou les deux) est également noté pour les espèces les plus abondantes. Parallèlement au comptage,une mesure de la densité des fleurs épanouies, et donc susceptibles d'être butinées, est effectuée dans chacun des quadrats. La densité d'insectes est ainsi estimée en rapportant le nombre d'insectes dénombrés à un nombre défini de 100 fleurs.

1.3 Observation du comportement de butinage des apoïdes

Le comportement de butinage des abeilles sur les fleurs détermine leur efficacité pollinisatrice. Le butinage est considéré comme positif lorsque l'insecte effectue une visite frontale sur la fleur pour prélever le pollen ou le nectar. Il est dit négatif lorsque l'insecte effectue une visite latérale en introduisant sa langue entre les filets des étamines à la base de la corolle pour prélever le nectar. Un autre paramètre permettant de mesurer l'efficacité d'un pollinisateur est la vitesse de butinage qui correspond au nombre de visites effectuées sur les fleurs par minute, pour les butineurs les plus abondants sur les fleurs (environ 50 individus).

1.4 Evaluation de l'effet de la pollinisation sur le rendement de la fève

Afin de déterminer l'influence de la pollinisation croisée sur le rendement de la fève, 40 inflorescences sont recouvertes de tulle (autopollinisation) pour interdire l'accès des pollinisateurs et d'autres sont laissés libres (pollinisation libre). Lorsque les fleurs sont complètement fanées, les sachets des inflorescences couvertes sont retirés. Le nombre de gousses formées, ainsi que le nombre de gousses chutées est ensuite comptabilisé.

2. Le pommier

2.1 Caractéristiques de la station d'étude

Les observations ont été effectuées dans la commune d'El-Khroub ($36^{\circ} 16' N$, $6^{\circ} 41' E$), située au sud de Constantine au lieu-dit Sissaoui dans un verger privé dont la superficie totale est d'environ 12 hectares. Le verger est composé de plusieurs arbres fruitiers : le prunier, le cerisier, le nectarinier et le pommier et est entouré de plantes spontanées tel que : *Malvasylvesris*, *Oxalis sp*, *Bellis annua* et *Calendula suffruticosa*.

La superficie réservée au pommier est de 3 hectares ; 1856 arbres y sont plantés et répartis en 32 rangées dont chacune est composée de 58 arbres. Les rangées sont espacées l'une de l'autre de 5 mètres et la distance entre deux arbres est de 3 mètres.



Figure 13 : photo satellitaire du verger du pommier dans la localité de El-Khroub (Constantine).

2.2 Echantillonnage et inventaire des insectes butineurs

Les observations sont menées sur le pommier en pleine floraison et durant 6 jours du 16/VI/2018 au 24/VI/2018. La méthode de comptage appliquée est celle du transect. Un transect de 168 mètres de long est délimité, il est divisé en 7 transects partiels d'une longueur de 24 mètres, chaque transect partiel comporte 8 arbres.

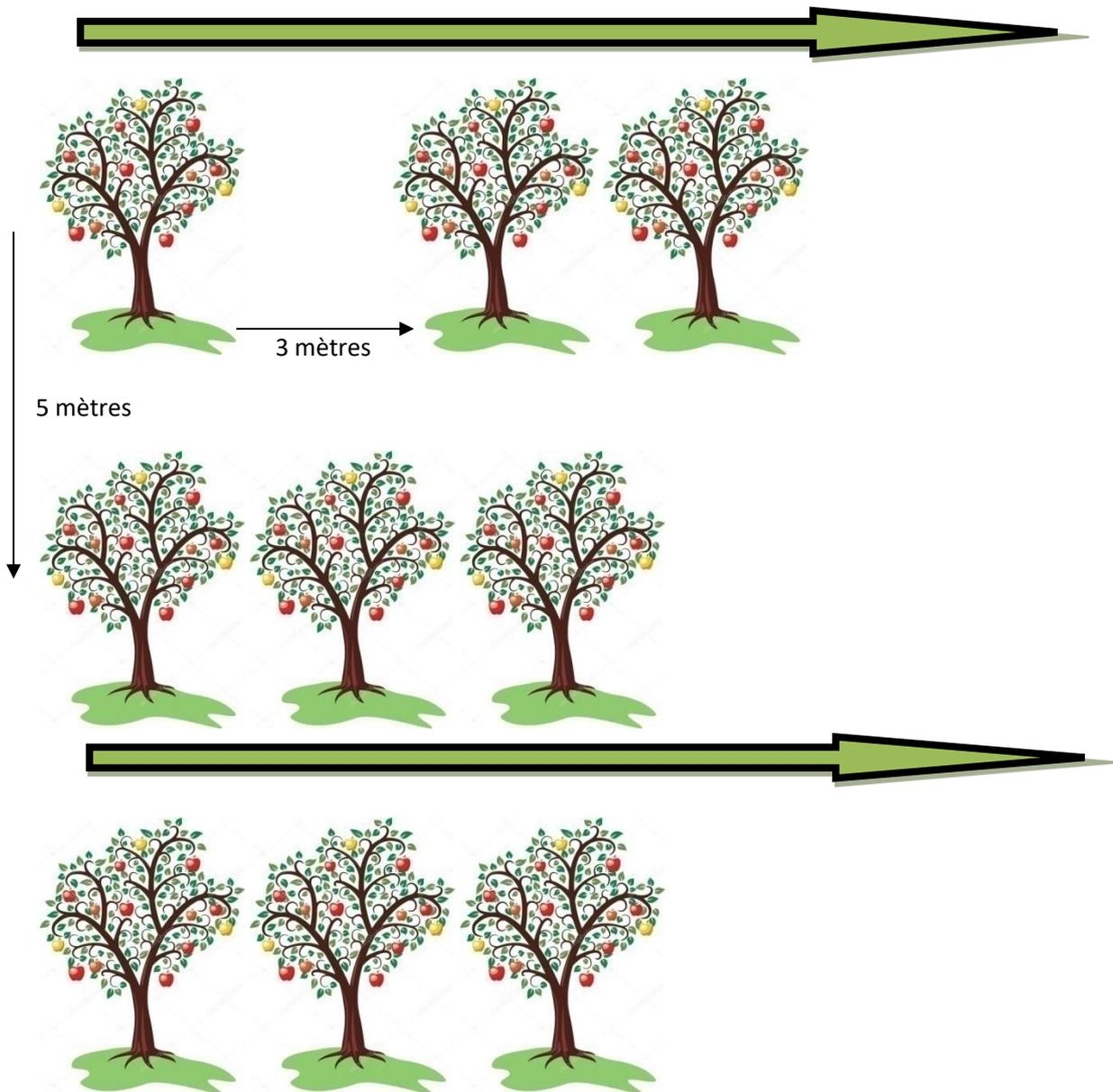


Figure 14 : Disposition du transect pour l'observation des apoïdes sur le pommier dans la localité d'El-Khroub (Constantine).

Sept comptages sont réalisés durant la journée de 9h à 16h, chaque transect délimité est parcouru pendant 8 minutes (1^{er} minute par arbre) Les insectes butineurs présents sur les fleurs sont comptabilisés.

2.3 Comportement de butinage de l'abeille domestique

Parallèlement au comptage et pour le butineur le plus abondant, à savoir, l'abeille domestique, l'observateur note le type de visite (contact ou non avec le stigmate) ainsi que l'objet de visite (prélèvement de nectar, de pollen ou des deux produits ensemble). En dehors des heures de comptage, les paramètres suivants sont également mesurés :

- La vitesse de butinage : nombre de fleurs visitées par minute.
- Les visites par arbre : nombre de fleurs visitées par l'insecte depuis son arrivée sur l'arbre jusqu'à son départ.
- Les distances ou vols effectués par l'abeille entre les arbres et les rangées.

2.4 Evaluation de l'effet de la pollinisation sur le rendement du fruit

Afin de mesurer l'influence de la pollinisation par les abeilles sur le rendement du pommier, 32 inflorescences sont recouvertes de tulle (autopollinisation) pour interdire l'accès aux pollinisateurs et 28 inflorescences sont laissées libres. Lorsque les fleurs sont complètement fanées, les sachets des inflorescences recouvertes sont retirés et le nombre de fruits formés est ensuite comptabilisé.



Figure 15 : photo d'un arbre avec des inflorescences ensachées (photo original)

3. Identification des apoïdes et des plantes spontanées

Parallèlement au comptage des butineurs sur la fève et le pommier, l'observateur comptabilise et note les apoïdes butineurs qui visitent les plantes spontanées ainsi que le nom de l'espèce végétale visitée pour les fleurs spontanées. Les espèces d'abeilles non identifiées à vue sont capturées par approche directe avec des tubes en plastique. Ces dernières sont ensuite piquées avec des épingles entomologiques puis déterminées jusqu'au genre ou jusqu'à l'espèce sous une loupe binoculaire au moyen de clés dichotomiques. Les individus sont étiquetés et conservés dans des boîtes de collection. Les étiquettes portent le nom de la région où l'insecte a été capturé, ses coordonnées géographiques, la date de capture, le nom scientifique de la plante visitée et le nom du légataire. L'identification des plantes spontanées visitées par les abeilles est effectuée grâce à l'ouvrage de BENISTON (1984).

CHAPITRE III : RESULTATS

1. La fève (*Vicia faba* L.)

1.1 Floraison de la plante

La floraison a débuté le 07/III/2018, et a duré 1 mois (30 jours). Un plant porte entre 27 et 58 fleurs (33 fleurs/plant en moyenne) groupées en inflorescences. On dénombre en moyenne 7 inflorescences par plant et 4 fleurs par inflorescence. La floraison s'échelonne de la base vers l'extrémité du plant et de l'inflorescence.

1.2 Diversité et densité des pollinisateurs

Les observations menées sur la fève durant la période de floraison montrent que les insectes qui butinent les fleurs de *Vicia faba* sont tous des hyménoptères apoïdes appartenant aux familles des Apidae, des Halicidae et des Megachilidae. En tête des Apidae, on retrouve *Apis mellifera* (L. 1758) avec 74,28% des visites observées, suivi par *Eucera numida* (LEPELETIER, 1841) avec 18,36%, ensuite, on retrouve *Lasioglossum sp.*, *Osmiaticonis* et *Chelestoma sp* dont les visites sont peu abondantes (tab. 1).

Tableau 1 : Apoïdes butineurs recensés sur la fève (*vicia faba*) durant la période de floraison dans le verger de Hamma Bouziane (Constantine).

Insectes visiteurs	N	%
Apidae		
<i>Apis mellifera</i> (L.1758)	182	74,28%
<i>Eucera numida</i> (L.1841)	45	18,36%

Halicidae		
<i>Lasioglossum</i> <i>sp</i> (C.1833)	8	3,26%
Megachilidae		
<i>Osmia triconis</i> (P.1806)	6	2,44%
<i>Chelestoma sp</i> (L.1809)	4	1,66%
Total	245	100%

1.3 Activité journalière des espèces abondantes

L'espèce *Apis mellifera* est toujours l'espèce la plus fréquente sur les fleurs, avec une densité de 20 individus pour 100 fleurs ; suivis par *Euceranumida* avec une densité d'environ 5 individus pour 100 fleurs, les données sont mentionnées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Nombre moyen des butineurs recensés sur la fève par jour, par quadrat et leur densité par 100 fleur durant la période de floraison dans le verger de Hamma Bouziane.

Espèces	Nbre total d'espèces	Nbre moyen par jour	Nbre moyen par quadrat	Densité de butineurs /100 fleurs
<i>Apis mellifera</i>	182	61	12	20
<i>Eucera numida</i>	45	15	3	5
<i>Lasioglossum sp</i>	8	3	0,6	0,87
<i>Osmiatriconis</i>	6	2	0,4	0,65
<i>Chelestoma sp</i>	4	2	0,5	0,43

Les observations montrent que l'activité des espèces abondantes est faible la matinée et elle est dense au cours de l'après-midi (fig.16).

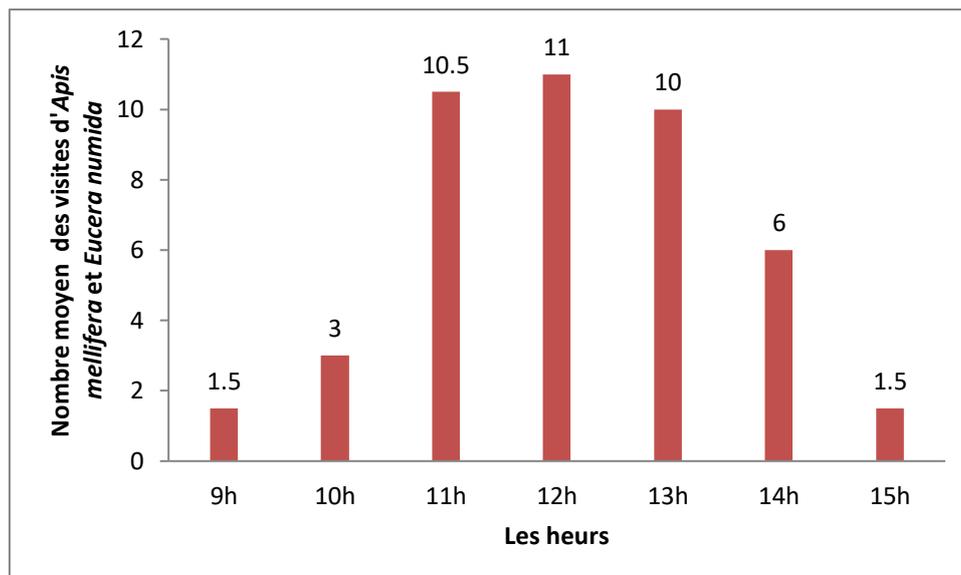


Figure 16 : Evolution du nombre moyen des visites d'*Apis mellifera* et *Eucera numida* sur la fève aux différentes heures de la journée dans la station de Hamma Bouziane (Constantine).

1.4 Comportement de butinage

On a remarqué que 78,16 % des visites sont des visites positives concernant la récolte du pollen et du nectar (N+) et environ 31,84% des visites sont négatives pour le nectar (N-).

La vitesse de butinage est presque de 6 fleurs par minute pour les deux espèces (tab. 3).

Tableau 3 : Comportement de butinage d'*Apis mellifera* et *Eucera numida* sur *Vicia faba* (floraison 2018) dans la station de Hamma Bouziane (Constantine).

Vp : visite positive, Vn : visite négative, P : pollen, N+ : nectar positif, N- : nectar négatif, FV : fleurs visitées A.m : *Apis mellifera* E : *Eucera numida*

Nbr de spécimens observés	Objet de visite	Vp%	Vn%	Nbre moy FV/mn (A,m)	Nbre moy FV/mn (E)
245	P : 71	68,16%	31,84%	6,38±2,53	6,08±2,61
	N+ : 96				
	N- : 77				

1.5 Effet de la pollinisation entomophile sur le rendement grainier

La figure 17 montre que le taux de nouaison (pourcentage) de fleurs transformées en gousses calculés à partir des inflorescences des 5 quadrats échantillonnés est plus élevé dans les quadrats dont les inflorescences sont laissées libres (26,66%) que dans les quadrats dont les inflorescences ont été encagées (20,96%). Le nombre moyen de graines par gousse est plus élevé sur les plants libres que sur ceux encagés (Tab. 4).

Le poids moyen de la récolte en graines des quadrats à pollinisation libre est plus élevé que celui des quadrats à autopollinisation, avec respectivement, 3.72g et 1.88g (tab. 6). Le tableau 5, montre que les plants des quadrats libres ont produit plus de graines par gousse, plus de gousses par plant et des graines plus grosses et mieux formées que les plants des quadrats encagés.

Tableau 4 : Pourcentage des gousses normales et des gousses chutées en présence et en absence de pollinisation dans le verger de Hamma Bouziane (Constantine).

Auto pollinisation			Pollinisation libre	
Nbre de fleurs	186	100%	105	100%
Nbre de gousses formées	39	20,96%	28	26,33%
Nbre de gousses chutées	31	16%	23	21,29%

Tableau 5 : Nombre de graines mal formées et graines avortées sur les plantes à pollinisation libres et les plantes à autopollinisation durant la période de floraison dans la station de Hamma Bouziane (Constantine).

Non ensachées			Ensachées	
Nombre de graines	95	100%	84	100%
Graines mal formées	2	2.10%	0	0,00%
Graines avortées	18	18.94%	11	13,09%

Tableau 6 : Poids moyen des graines sur les plants libres et encagés

	Auto pollinisation	Pollinisation libre
Poids moyen des graines	1,88g± 0,76g	3,72g±1,05g

2. Le pommier

2.1 Floraison

La période de floraison du pommier s'est étalée sur 15 jours. Elle a débuté le 10/VI/2018 et s'est achevée le 25/VI/2018.

2.2 Densité et diversité des insectes butineurs

Les observations effectuées durant la période de floraison du pommier montrent que le seul insecte qui butine les fleurs du pommier est *Apis mellifera* (l'abeille domestique) (tab. 7).

Tableau 7 : Nombres d'insectes butineurs observés sur le pommier durant la floraison dans le verger de El-Khroub (Constantine). N=Nombre de spécimens observés.

Insectes visiteurs	N	%
<i>Apis mellifera</i>	2898	100%

2.3 Activité journalière de l'abeille domestique

Les données de la figure montrent que les visites de l'abeille domestique sont plus intenses dans la période entre 9h et 13h avec un pic enregistré entre 11h et 12h (fig.17).

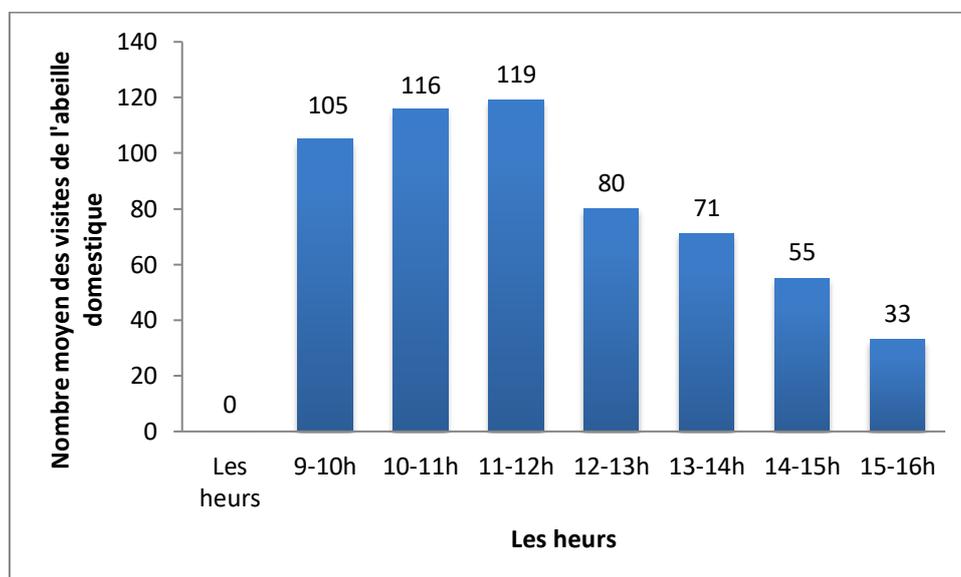


Figure 17 : Evolution du nombre moyen des visites d'*Apis mellifera* sur le pommier aux différentes heures d'observation.

2.3 Comportement de butinage de l'abeille domestique

L'observation du comportement de butinage de l'abeille domestique sur le pommier a montré que 66% des visites de l'abeille sont positives (visite frontale), le reste des visites est négatif puisque la récolte du nectar en visite latérale ne permet pas le contact avec le stigmate. L'abeille a visité en moyenne 8 fleurs par minute et le nombre moyen de fleurs visitées par arbre est de 11 (tab.8).

Tableau 8 : Comportement de butinage de l'abeille domestique sur le pommier dans la station de El-Khroub (Constantine).

Vp : visite positive, Vn : visite négative, P : pollen, N+ : nectar positif, N- : nectar négatif ,

;FV=fleurs visitées

Nbr de spécimens observés	Objet de visite	Vp%	Vn%	Nbre moy FV/mn	Nbre moy FV/arbre
2898	P: 931	66,01%	33,99%	8,46± 1,85	11,22±4,06
	N+: 982				
	N-: 985				

2.4 Les mouvements de l'abeille domestique entre les arbres et les rangées

L'observation des déplacements de l'abeille domestique sur les arbres et entre les rangées du verger de pommier a montré que 56% de ses déplacements sont effectués sur le premier arbre voisin de la même rangée(3 mètres),les distances au-delà de 3 mètres et jusqu'à 5 mètres sont faiblement parcourues. Les vols longs sont assez fréquents (24%) (Fig. 18).

A=1^{er} arbre voisin de la même rangée(distance=3mètres)

B=2^{ème} arbre voisin de la même rangée (distance=6mètres)

C=arbre adjacent de rangée différente (distance=5mètres)

D= vols longs(>10mètres)

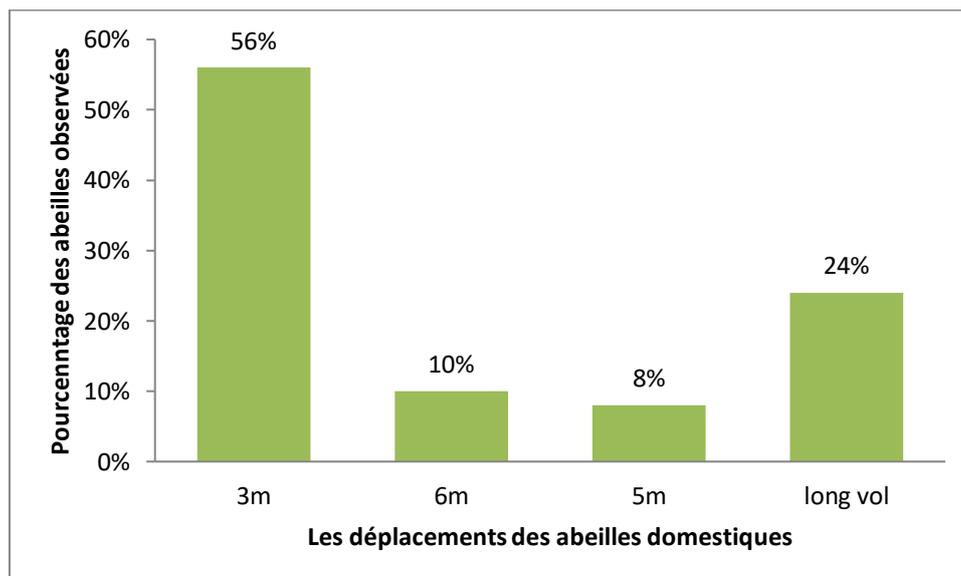


Figure 18 : Pourcentage d'abeilles domestiques en fonction des mouvements entre les arbres du pommier dans la station de El-Khroub (Constantine).

2.5 Effet de pollinisation entomophile

Les observations menées à la fin de floraison montrent que le nombre des fruits formés en autopolinisation des arbres du pommier (91) est plus élevé que celles des fleurs non-ensachées (140) (Tab. 9), par contre le nombre de fruits chutés en autopolinisation est largement plus élevé avec 55 fruits contre 23 fruits en pollinisation libre. Donc L'étude de l'effet de la pollinisation par les insectes montre que la présence des insectes pollinisateurs améliore le rendement des arbres de pommier.

Tableau 9 : Nombre des fruits formés à la nouaison de *Malus domestica* en pollinisation libre et en autopolinisation dans le verger de El-Khroub (Constantine).

	Pollinisation libre	Autopolinisation
Nombre de fleurs	176	195
Nombre de fruits formés	91	140
Nombre de fruits chutés	23	55

3. Les apoïdes butineurs des plantes cultivées et des plantes spontanées

D'après le tableau 10 on remarque que les espèces *Apis mellifera*, *Lasioglossum sp* et *Osmiatriconis* sont des butineurs de *vicia faba* et des plantes spontanées qui entoure le verger tel que : *Oxalis pexaprae* et *Bellis annua*.

Pour le pommier *Malus domestica*, l'*Apis mellifera* est la seule espèce qui butine le pommier et les plantes spontanées qui entoure le verger.

Tableau 10 : Les espèces apoïdes visitant la fève, le pommier et les plantes spontanées dans les régions d'études. (+) : Présence ; (-) : Absence.

Les Plantes	<i>Apis mellifera</i>	<i>Eucera numida</i>	<i>Lasioglossum sp</i>	<i>Osmia triconis</i>	<i>Chelestoma sp</i>
<i>Oxalis pescaprae</i>	+	-	+	+	-
<i>Bellis annua</i>	-	-	+	-	-
<i>Funaria officinalis</i>	+	-	-	-	-
<i>Malva sylvestris</i>	+	-	-	-	-
<i>Calendula suffruticosa</i>	+	-	-	-	-
<i>Vicia Faba</i>	+	+	+	+	+

<i>Malus domestica</i>	+	-	-	-	-
------------------------	---	---	---	---	---

DISCUSSION ET CONCLUSION

1. La fève

Les observations menées lors de périodes de floraison de la fève dans la station de Hamma Bouziane (Constantine), montrent que les insectes qui butinent les fleurs de *Vicia faba* sont tous des hyménoptères apoïdes appartenant à trois familles : Apidae, Halicidae et Megachilidae. Cinq espèces sont recensées mais seules trois d'entre elles sont observées au cours de la floraison et *Apis mellifera* comptabilise 74,28% des visites observées suivies par *Eucera numida* avec 18,36% des visites. Presque les mêmes résultats sont obtenus en l'Egypte (EL BERRY & al., 1974), la France (TASEI 1976 ; PIERRE ET al., 1997, 1999), la Finlande (VARIS, 1996), la Pologne (KOLTOWSKI, 1996) et le Danemark (SVENDSEN & BRØDSGAARD ; 1997) où la pollinisation de *vicia faba* est assurée principalement par l'abeille domestique et les bourdons.

Alors que dans la même région, des résultats sont obtenus par BENACHOUR (2008) et AGUIB (2006) montrent que *Eucera numida* est le pollinisateur le plus abondant sur la plante. Au sud de l'Espagne, c'est aussi *Eucera numida* qui est le principal pollinisateur de la fève (CARTUJO et al. ; 1998 ; PIERRE et al. ; 1999), par contre, à Cambridge (Angleterre), le principal pollinisateur est *Anthophora plumipes* (BOND & KIRBY, 1999).

L'activité quotidienne des abeilles sur les fleurs dépend de la densité des individus sur les fleurs. Les observations montrent que *Apis mellifera* est toujours l'espèce la plus fréquente sur les fleurs avec une densité de 20 individus pour 100 fleurs.

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.

L'observation du comportement de butinage d'*Apis mellifera* et d'*Eucera numida* dépend de la production, soit du pollen (STONE et al., 1998), soit du nectar (PIERRE et al., 1996 ; SUZO et al., 2001 et POUVREAU, 2004) au cours de la journée, nos observations montrent

que 78,16 % des visites sont des visites positives (concernent la récolte du pollen et du nectar) et environ 31,84% des visites sont négatives pour le nectar qui correspond aux heures de la journée où de nombreuses fleurs s'épanouissent (STODDARD & BOND ,1987) ou produisent le maximum de nectar (PIERRE *et al.*, 1996).

L'abeille effectue un butinage positif sur les fleurs, en pénétrant à l'intérieur de la corolle pour prélever soit le pollen, soit le nectar. Pour récolter le pollen, l'abeille gratte les anthères avec ses pattes antérieures et le transfère ensuite sur les brosses des pattes postérieures et pour le nectar, elle enfonce sa langue jusqu'à la base de la corolle où se situent les nectaires. Ce comportement est observé par BENACHOUR (2008).

La récolte du nectar correspond toujours à un butinage non fécondant car l'abeille profite des trous percés à la base des corolles (NEWTON & HILL, 1983 et CORBET *et al.*,1991). Ce comportement de butinage est également observé par plusieurs auteurs (STODDARD & BOND ,1987 ; FREE, 1993 ; KOLTOWSKI,1996 et PIERRE *et al.*, 1999)

L'étude de l'effet de la pollinisation par les insectes sur la production de la plante lors de la floraison, montre que la présence d'insectes pollinisateurs améliore le rendement de la culture de fèves. En effet, le rendement grainier et le nombre de gousses obtenus par pollinisation libre sont plus élevés que ceux obtenus par autopolinisation, les mêmes résultats sont obtenus par BENACHOUR (2006), PRITSCH (1971), PINZAUTI & FREDIANI (1979), PRABUCKI *et al.* (1987), VARIS (1990), KOLTOWSKI (1996) et SVENDSEN & BRØDSGAARD (1997).

Un pourcentage plus élevé de jeunes gousses chutées observé sur les plantes libres peut s'expliquer par la diminution des ressources alimentaires de la plante (STEPHENSON, 1981) ou par une compétition interne pour ces ressources (CHBOUKI *et al.*, 2005). Les plantes des parcelles libres, dont les fleurs sont pleinement pollinisées, ne peuvent pas assurer la maturité de toutes les graines. Les gousses des premières fleurs pollinisées parviennent ainsi à maturité alors que celles des dernières fleurs pollinisées avortent au stade de jeunes gousses (TAMAS *et al.*, 1979 ; STEPHENSON ,1980), ces résultats sont obtenus par BENACHOUR (2008).

2. Le pommier

Les observations menées lors de périodes de floraison de *Malus domestica* dans la station de Sissaoui (El-Khroub, Constantine), montrent que les fleurs de pommier ont été pollinisées seulement par l'abeille domestique (*Apis mellifera*). Des résultats similaires sont obtenus par JACOB-REMARCLE en 1989 dans les vergers du pommier en Belgique, par FREE (1962) et

par DELAPLANE & MAYER (2000) alors que dans la même région d'étude des observations menées par BEKHOUCHE & BOUCHAMA (2014) ont permis de recensées quatre ordres d'insectes pollinisateurs, à savoir, les hyménoptères, les coléoptères, les diptères et les lépidoptères.

Les visites de l'abeille domestique sont plus intenses toute la journée avec un pic observées de 11h à 12h. Les résultats de BRITAIN (1993) ont montré que le butinage de l'abeille domestique sur le pommier est abondant dans la matinée à 9h alors que dans la même région d'étude les observations menées par BEKHOUCHE & BOUCHAMA (2014) montrent que les visites de l'abeille domestique sont plus intenses au cours de l'après-midi avec un pic enregistré à 15h.

L'abeille domestique a réalisée 66,01% de visites fécondantes, ce qui concorde avec les résultats des travaux réalisées par BEKHOUCHE & BOUCHAMA en 2014, qui montrent que 98% des visites de *Apis mellifera* sur le pommier ont été fécondantes. Les observations de JACOB-REMARCLE (1989) aussi montrent que 64% des visites sont positives.

La fréquence des visites de l'abeille domestique sur les fleurs des Rosaceae est de 8 fleurs par minutes et 11 fleurs par arbres, les visites sont toutes positives ce qui accroît l'efficacité pollinisatrice de l'abeille.

VICENS & BOSH (2000) ont constatés que l'abeille domestique visite en moyenne 6 fleurs par arbres. Nos observations ont montrées que l'abeille domestique a effectuée plus des déplacements sur les arbres voisins de la même rangée en comparaison avec les autres déplacements, cela est dû à la distance courte qui les sépare, en effet, les abeilles cherchent à minimiser leur énergie lors de leurs déplacements, des résultats similaires sont obtenus par BEKHOUCHE & BOUCHAMA (2014) et par VICENS & BOSH 2000.

Les statistiques menées à la fin de floraison montrent que le pourcentage des fruits formés sur les fleurs libres des arbres de pommier (71,79%) est plus élevés que celles des fleurs ensachées (51,70%).

En conclusion, les observations que nous avons réalisées dans la région de Constantine sur une plante maraîchère (la fève) et un arbre fruitier (le pommier), montrent l'importance des abeilles dans la pollinisation de ces cultures. En effet, *Apis mellifera* est le principal pollinisateur de *Vicia faba* et le seul pollinisateur de *Malus domestica*. L'étude de l'effet de la pollinisation entomophile sur la production des plantes a montré que la présence d'insectes pollinisateurs améliore significativement le rendement des plantes.

Une étude plus approfondie sur notre faune apoidienne portée sur la flore cultivée serait nécessaire, afin de mieux connaître les insectes pollinisateurs de notre région et de nos cultures. L'observation du comportement de butinage de ces espèces sauvages, ainsi que la connaissance de leur biologie et de leur comportement de nidification permettra de sélectionner les espèces les mieux adaptées à polliniser efficacement nos cultures et à entreprendre leur élevage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGUIB S., LOUADI K., & SCHWARZ M., 2010—Les Anthidiini (Megachilidae, Megachilinae) d'Algérie avec trois espèces nouvelles pour ce pays *Anthidium* (*Anthidium*) *Florentinum* Fabricius, 1775, *Anthidium* (*proanthidium*) *amabile* Alfken, 1932 et *pseudoanthidium* (*Exanthium*) *ensilini* Alfken, 1932. *Entomofauna*, 31(12) : 121-152.

AGUIB S., 2006—Etude bioécologique et systématique des Hyménoptères Apoidea dans les milieux naturels et cultivés de la région de Constantine. Thèse de Magistère en Entomologie, Université frères Mentouri, Constantine 1. 161p.

ALFKEN J.D. 1914 - Beitrag zur Kenntnis der Bienenfauna von Algerien. *Mémoire de la Société entomologique de Belgique* 22 (5-IV): 185-237.

ARIGUE S., 2004—*L'entomofaune des Hyménoptères Apoidea dans la région saharienne d'El Oued (Djamaâ)*. Thèse de Magistère en Entomologie, Univ. Mentouri, Constantine: 102p.

BEKHOUCHE M., & BOUCHAMA A., 2014 – Inventaire des insectes butineurs et comportement de butinage de l'abeille domestique (Hymenoptera : Apoidea) sur deux Rosaceae fruitières, le pommier (*Malus communis* L.) et le prunier (*Prunus salicina* Lindl L.) en région de Constantine. Mémoire de Master en Biologie, évolution et contrôle des populations d'insectes, Université frères Mentouri-Constantine 1. 55 pp.

BENACHOUR K., 2008 - Diversité et activité pollinisatrice des abeilles (Hymenoptera: Apoidea) sur les plantes cultivées. Thèse de doctorat en science, université Mentouri Constantine 1. 151 pp.

BENARFA N., 2004—Inventaire de la faune apoïdienne dans la région de Tébessa. Thèse de Magistère en Entomologie, Université frères Mentouri, Constantine 1. 123p.

BENDIFALLAH-TAZEROUTI L., 2002— Biosystématique des Apoidea (abeilles domestiques et sauvages) dans quelques stations de la région orientale de la Mitidja. Thèse de Magistère en Sciences agronomiques, INA d'Alger: 208 p.

BENOIST R. 1961—Hyménoptères Apidae recueillis au Hogar par A. Giordani Soika. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia* 14: 43-53.

BOND D.A., KIRBY E.J.M. 1999—*Anthophoraplumipes* (Hymenoptera: Anthophoridae) as a pollinator of broad bean (*Vicia faba major*). *Journal of Apicultural Research* 38 (3-4): 199-203.

BOSCH J., KEMP W.P., PETERSON S.S. 2000. Management of *Osmialignaria* (Hymenoptera : Megachilidae) populations for Almond Pollination : Methods to Advance Bee Emergence. *Environmental Entomology*. 29 (5) : 874-883

BOYELDIEU, J. (1991). La féverole. Chapitre VI in Produire des grains oléagineux et protéagineux. pp185-198.

BLONDIAU L., 2009. *Faunistique des apoïdes apiformes solitaires (Hymenoptera : Apidae) de la commune d'Eyne (Pyrénées-Orientales, France).* Mémoire de fin d'études, Université de Mons-Hainaut, 69 p.

BRETEDEAU J., 1979. - Atlas d'arboriculture fruitière, collection des techniques horticoles spécialisées, Edition J. B. BAILLIERE. Volume III, P, 108 - 140.

BRETAUDEAU J., 1979. - Tailles et greffes de nos arbres fruitiers. Edition J. B. Balliere, P, 107.

BRINK, M. , BELAY, G.(2006). Ressources Végétales de l'Afrique tropicale 1 : céréales et légumes Secs, prota, pays bas, pp.221-223.

BRITTAIN W.H .,1993-Apple pollinisation studies in the Annzpolid Valley , NS ,Canada.Dominion of Canada , Dept.Agric,Bull (new series) , vol .162,198 pp

BUCHMANN SL, NABHAN. 1996. The forgotten Pollinators. Island Press, Washington, D.C. Shearwater Books, Coverlo, California, 320 pp.

CARTUJO F., SUZO M.J., PIERRE J., MORENO M.T., LE GUEN J. 1998. Faba bean pollinatinginsects in South Spain: daily variance in abundance, p. 49-50 *in: Eucarpia, InternationalSymposium on Breeding of Protein and Oil crops.* April 1-4, Pontevedra, Spain.

CHAUX, C., FOURY, C. (1994). Production légumière : légumineuses potagères, légumes fruits, lavoisier. Paris. Pp. 4-8.

CHBOUKI S., SHIPLEY B., BAMOUH A. 2005. Path models for the abscission of reproductivestructures in three contrasting cultivars of faba bean (*Viciafaba*). *Canadian Journal of Botany***83** (3): 264-271.

CHOUINARD G., FIRLE J. A., VANOOSTHUYSE F., & VINCENT C.,2000. Guide D'identification des ravageurs des pommiers et leurs ennemis naturels.IRDA et Saint-Laurent. Québec, 69 p.

COUTANCEAU M. ,1962. - Arboriculture fruitière. Technique et économie des cultures de rosacées fruitières ligneuses. Edition J. B. BAILLIERE et Fils, P, 575.

DEPLANE K .,S ET MYED D .,2006-crop pollinisation by bees.CABI publishing ,239-249

DUC, G 1997. Faba bean (*Viciafaba*L.). *Field crops Resarch.*53: 99-109.

DSASI 2001. Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Information, Ministère de l'Agriculture, Série B (2001), 43 P.

EARDLEY C.D., 1996- Diversity and endemism of southern African bees. Bulletin of plants protection. : 267-273.

EL-BERRY A.A., MOUSTAFA M.A., ABDEL-GAWAD A.A., EL-BIALEY S. 1974. Pollinators other than honey bees visiting certain vegetable plants in Egypt. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **77**: 106-110.

FREE J.B. ,1962- the foraging behavior of honeybees in relation to pollination . A lecture given to the central association of Bee-Keepers ,Rothamsted Experimental Station ,Harpenden : 16-10

FREE J.B., 1993- *Insect pollination of crops*. 2nd ed. Academic Press. London, 152 p.

JACOB-REMACLE A. 1989a. Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie* **20**: 271-285.

JACOB-REMACLE A. 1989b. Relation plantes-abeilles solitaires en milieu urbain : l'exemple de la ville de Liège, p.387-394, in : *Comptes rendus du Symposium «Invertébrés de Belgique»*

JACOB-REMACLE A. 1990. *Les abeilles sauvages et pollinisation. Unité de Zoologie Générale et Appliquée. Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux*, 40 p.

GALLAIS A., BANNEROT H 1992 –Amélioration des espèces cultivées : objectifs et critères de sélection . INRA édition .p31-32

GIRARD, C. (1990). Féverole. Techniques agricole . 2213 : 1-16.

HOUMANI M., 1999. Projet de conversion, Ed. I. N. R. A- EL- Harrach, Alger, 15 p.

KOLTOWSKI Z. 1996. Foraging by pollinating insects on several field bean cultivars (*Vicia faba* L. spp. *minor* Harz). *Pszczelnictwo Zeszyty Naukowe* **40** (1): 77-93.

KUHLMANN.M., 2005- Diversity, distribution patterns and endemism of southern African bees (Hymenoptera: Apoidea). Pp. 167-172.

LOUADI K. 1999a- *Systématique, Eco-éthologie des abeilles (Hymenoptera, Apoidea) et leurs relations avec l'agrocénose dans la région de Constantine*. Thèse de doctorat d'état en Entomologie, Univ. Mentouri, Constantine : 168 pp.

LOUADI K., DOUMANDJI S., 1998a- Diversité et activité de butinage des abeilles

(Hymenoptera, Apoidea) dans une pelouse à Thérophytes de Constantine (Algérie). *The Canadian Entomologist* **103** (5) : 691-702.

LOUADI K., DOUMANDJI S., 1998b- Note d'information sur l'activité des abeilles (domestiques et sauvages) et l'influence des facteurs climatiques sur les populations. *Sciences & Technologies* (9) : 83-87. Univ. Mentouri. Constantine.

LOUADI K., MAGHNI N., BENACHOUR K., BERCHI S., AGUIB S., 2007b. Présence de *Dasypodamura Pérez* 1895 en Algérie (Hym., Apoidea, Melittidae). *Bulletin de la Société entomologique de France* **112** (2) : 252

MAATALLAH R., 2003- *Inventaire de la faune apoidienne dans la région de Skikda*. Thèse de Magistère en Entomologie, Univ. Mentouri, Constantine : 172p.

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

MAGHNI N., 2006- *Contribution à la connaissance des abeilles sauvages (Hymenoptera : Apoidea) dans les milieux naturels et cultivés de la région de khenchela*. Thèse de Magistère en Entomologie. Univ. Mentouri, Constantine : 127 p.

MAHÉ G., 2001. L'Ophrys de la Passion en Loire-Atlantique et en Vendée. *Le Naturaliste Vendéen*, **1** : 41-42

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 : 807pp.

MICHENER C.D., (2007)- The bees of the world, second edition. Second edn. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland (États-Unis)

MORICE (1916)- list of some hymenoptera from Algeria and the M'Zab country novitates , **23** : 241-248.

M. S. ENGEL. 2001. A monograph of the Balticamberbees and evolution of the Apoidea (Hymenoptera). *Bulletin of the American Museum of Natural History* **259**: p 1-192.

NEWTON S.D., HILL G.D. 1983. Robbing of field bean flowers by the short-tongued bumblebee *Bombus terrestris*. *Journal of Apicultural Research* **22**: 124-129.

PAYETTE A., 2003- Abeilles indigènes : connaître et recruter plus pollinisateurs. Journée Horticoles Régionales de St Rémi, *Insectarium de Montérial* : 13-18.

PAYETTE, 2004- abeilles indigènes : connaître recruter plus de pollinisation. Journée horticoles régionale de St-Rémi , insectarium de Montréal : 13-18.

PIERRE J., LE GUEN J., ESNAULT R., DEBBAGH S., SADIKI M. 1997. Méthode d'étude de la fréquentation de diverses féveroles par les insectes pollinisateurs, p.199-206 in : **INRA (ed.), les légumineuses alimentaires méditerranéennes**, Rennes (France), 20-22 février, les Colloques 88, INRA, Paris.

PIERRE J., SUZO M.J., MORENO M.T., ESNAULT R., LE GUEN J. 1999. Diversité et efficacité de l'entomofaune pollinisatrice (Hymenoptera: Apidae) de la féverole (*Vicia faba* L.) sur deux sites, en France et en Espagne. *Annales de la Société entomologique de France (n.s.)* **35**(suppl.): 312-318.

POUVREAU A. 2004. *Les insectes pollinisateurs*. Delachaux & Niestlé, 157 p.

PRABUCKI J., CHUDA-MICKIEWICZ J.B., WOYKE H. 1987. The influence of bees on the crop of broad bean seeds (*Vicia faba* L. var. *major*), P. 403-409 in: *Proceedings of the XXXI st Congress of Apiculture, August 19-25, Warsaw*.

PRITSCH G. 1965. "Increasing the yield of oil plants by using honey bees". *Ved. Prace Vyzkam. Ustav. Vcelar CSAZV* **4**: 157-163.

PRITSCH G. 1971. Recherche sur le rôle que joue l'abeille dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba*), p. 529-530 in : *CR 23e Congrès international d'Apiculture, Apimondia, Moscou, Bucarest*.

PINZAUTI M., FREDIANI D., 1979. Effetto dell'impollinazione entomofila sulla produttività del favino (*Vicia faba minor*). *Apicoltura Moderna*: 107-113

PROCTOR M, P. YEO & A. LACK, 1996. *The Natural History of Pollination*. Harper-Collins, London.

RASMONT P., EBMER A.W., BENASZAK J., & VAN DER. ZANDEN G., 1995- Hymenoptera Apoidea Gallica. Liste taxonomique des abeilles de France, de Belgique, de Suisse et du Grand-Duché de Luxembourg. *Bulletin de la société entomologique de France* 100 (hors-série): 1-98.

Reta Sanchez, DG., Santos Serrato Corona, J., Viramontes, RF, Cueto Wong, JA., Padilla, SB.,

ROBERTSON, C., 1925. Heterotrophic bees, *Ecology* **6** : 412-436.

SAUNDERS E., 1901- hyménoptère aculeata collected in algeria. Part I-heterogyna and fossore to the end of *pompilidae*. *transaction of the entomological society of london* , **4** : 515-525.

- SAUNDERS E ., 1908-** hyménoptèreaculeata collected in algeria. Part II-dipterafossores , 1905. Part III- anthophila transaction of the entomological society of london , 2 : 177-273.
- SAXENA M.C. 1991.** Status and scope for production of faba bean in the Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires* **10**: 15-20.
- SCHEUCHI E., 1995.** *Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs.* Band I- Anthophoridae, 150p
- STEPHENSON A.G. 1980.** Fruit set, herbivory, fruit reduction, and the fruiting strategy of *Catalpa speciosa*(Bigoniaceae). *Ecology* **61**: 57-64.137
- STEPHENSON A.G. 1981.** Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions.*Annales de la Revue d' Ecologie systématique***12**: 253-279.
- STODDARD F.L., BOND D.A. 1987.** The pollination requirements of the faba bean. *Bee World***68** (3):144-152
- STONE G.N., WILLMER P., ROWE J.A. 1998.** Partitioning of pollinators during flowering in an african acacia community. *Ecology***79** (8) : 2808-2827
- SUZO M.J., PIERRE J., MORENO M.T., ESNAULT R., LE GUEN J. 2001.** Variation in outcrossing levels in faba bean cultivars: role of ecological factors. *Journal of Agricultural Science in Cambridge* **136**: 399-405
- SVENDSEN O.S., BRØDSGAARD C.J. 1997.** The importance of bee pollination in two cultivars offield (*Vicia faba*L). *SP Rapport-Statens Planteavlsvorsøg***5**: 1-18.
- TASEI J.N. 1976.** Les insectes pollinisateurs de la féverole d'hiver (*Vicia fabaequina*L.) et la pollinisation des plantes mâles-stériles en production de semence hybride. *Apidologie* **7**: 1-38.
- TASEI J.N. 1978.** Les insectes polinisateurs de la luzerne (*Medicago sativa* L.) en France. *Apidologie* **9** (3) : 175-194.
- TASEI J.N. 1990.** Agents pollinisateurs et techniques de pollinisation avec l'abeille domestique, p.33-45 in:Ctifl-INRA (eds.), *Pollinisation Poirier*
- VAISSIERE B.(2005).** Abeille, pollinisation et biodiversité. *Abeille & Cie*,106, 12 p.
- VARIS A.L., BRAX R. 1990.** Effect of bee pollination on yield components of field bean (*Vicia faba*L.). *Journal of Agricultural Science in Finland* **62**: 45-49.
- VARIS A. L. 1996.** "Abundance, species composition and daily pattern of bees visiting field

bean, goat's rue and turnip rape in Southern Finland". *Journal of Agricultural Science in Finland* **4** (5/6): 473-478.

Wang, H –F., Zong, X-X., Guang, J-P., Youg, T., sun, X-L, Ma,Y., Redden, R. (2012). Genetic diversity and relationship of global faba bean (*viciafaba L.*) germplasm revealed by.ISSR markers. *Theor APPL Genet.*124: 789-797

Zaghouane O. 1991. The situation of faba bean (*ViciafabaL.*) in Algeria. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires* **10**: 123-125.

REFERENCES WEBOGRAPHIQUES

ANONYME ., 2017 - Structure de l'antenne d'une abeille .
<http://catoire-fantasque.be/antenne-abeille/>

ANONYME .,2012 - Pièces buccales d'Apoidea .
<http://www7.inra.fr/opie-insectes/ch-hymen-m.htm>

ANONYME ., 2010- Patte postérieur et antérieure de l'abeille.
www.apiculteurs-midi-pyrenees.fr/apiculture-toulouse/labeille-2/biologie-abeille/posterieures/

ANNEXES

Annexe 1. Les planches



Photo 1. Photo de la parcelle de la fève de la station de Hamma Bouziane (Constantine)
(photo original)



Photo 2. Méthode des quadrats pour l'échantillonnage de la parcelle de la fève Hamma Bouziane (photo original)



Photo 3. Photos de verger réservé au pommier Sissaoui –El khroub (photo original)



Photo 4. *Fumaria officinalis* : Plante spontanée entourant le verger de Hamma Bouziane (photo original)



Photo 5. *Oxalis pescaprae* : Plante spontanée entourant le verger de Hamma Bouziane (photo original)



Photo 7. *Malva sylvestris* : plante spontanée entourant le verger de Sissaoui –EL Khroub(photo original)



Photo 8. *Papaver rhoeas* : plante spontanée entourant le verger de Sissaoui –EL Khroub (photo original)

Annexe 2 : Les tableaux

Tableau 1 : Résultats sur les fleurs non ensachées (fève)

Numéro de gousse	Graines formées	Graines normals	Graines mal formées	Graines avortées
1	4	4	0	0
2	4	3	0	1
3	4	4	0	0
4	2	2	0	0
5	3	4	0	0
6	4	4	0	0
7	4	4	0	0
8	3	3	0	0
9	4	3	1	0
10	4	4	0	0
11	3	3	0	0
12	3	3	0	0
13	3	3	0	0
14	3	2	0	1
15	4	4	0	0
16	3	2	0	1
17	4	3	0	0
18	4	3	1	0
19	4	4	0	0
20	4	2	0	2

21	3	3	0	0
22	3	3	0	1
23	2	1	0	4
24	4	0	0	2
25	4	2	0	0
26	3	1	1	1
27	3	0	0	3
28	2	0	0	2
Moyenne	3,34 ± 0,64	2,68 ± 1,19	0,11 ± 0,32	0,60 ± 1,04

Tableau 2 : Résultats sur les fleurs ensachées (fève)

Numéro de gousse	Graines formées	Graines normales	Graines mal formées	Graines avortées
1	4	4	0	0
2	3	3	0	0
3	3	3	0	0
4	4	3	0	1
5	3	3	0	0
6	3	3	0	0
7	3	3	0	0
8	2	2	0	0
9	3	2	0	1
10	1	1	0	0
11	2	2	0	0
12	4	4	0	0
13	4	4	0	0
14	2	1	0	1
15	2	2	0	0
16	5	3	0	2
17	6	3	0	3
18	3	2	0	1
19	4	3	0	1
20	4	4	0	0
21	4	3	0	1
22	3	3	0	0
23	3	3	0	0
24	3	3	0	0
25	3	3	0	0
26	2	2	0	0
27	2	2	0	0

28	1	1	0	0
29	2	2	0	0
30	2	2	0	0
31	2	2	0	0
32	3	3	0	0
Moyenne	2,96 ± 1,11	2,62 ± 0,84	0	0,34 ± 0,7

Tableau3 :Poids des graines (pollinisation libre)(fève)

N°de graine	Poids
1	2,97
2	3,63
3	3,54
4	3,63
5	2,44
6	2,57
7	2,61
8	2,42
9	1,73
10	1,71
11	1,89
12	2,06
13	2,6
14	2,22
15	1,75
16	1,78
17	1,98
18	1,48
19	1,56
20	1,42
21	1,44
22	0,78
23	0,75
24	3,62
25	2,58
26	3,04
27	2,44
28	1,13
29	1,32
30	1
31	1,8
32	2,31

33	1,87
34	1,63
35	0,93
36	0,63
37	1,31
38	1,41
39	1,47
40	1,15
41	2,83
42	2,14
43	2,22
44	1,16
45	0,72
46	2,72
47	3
48	2,8
49	2,08
50	2,03
51	2,08
52	2,96
53	2,3
54	1,46
55	1,3
56	2,62
57	1,82
58	2,43
59	1,48
60	2,03
61	1,91
62	2,45
63	2,03
64	1,71
65	1,58
66	1,32
67	1,16
68	1,68
69	1,17
70	1,51
71	0,86
72	0,17
73	0,38
74	1,78
75	1,44

76	1,17
Moyenne	1,88± 0,76

Tableau 4:Poids des graines (auto pollinisation) (fève)

Auto pollinisation	
N° de graine	Poids
1	6,21
2	3,45
3	3,89
4	4,3
5	4,43
6	3,55
7	4,14
8	4,21
9	3,27
10	3,85
11	3,03
12	3,22
13	3,09
14	2,26
15	1
16	5,16
17	4,51
18	5
19	5,07
20	5,09
21	4,62
22	2,56
23	2,05
24	1,67
25	3,82
26	4,1
27	4,36
28	4,5
29	3,98
30	2,61
31	3,12
32	3,06
33	4,18
34	4,54
35	4,95

36	3,45
37	3,45
38	3,64
39	4,28
40	3,93
41	4,08
42	3,62
43	3,91
44	3,7
45	3,21
46	3,82
47	4,04
48	5,44
49	5,24
50	6,02
51	5,1
52	2,7
53	3,43
54	3,77
55	3,97
56	2,32
57	2,12
58	1,82
59	2,71
60	3,75
61	4,22
62	4,13
63	3,5
64	3,82
65	3,62
66	4,1
67	3,86
68	3,71
69	1
70	4,33
71	4,08
72	2,55
73	2,71
74	3,72
75	1,85
76	6,06
77	3,93
78	3,35

Moyenne	3,72± 1.05
---------	------------

Tableau 5 : Résultats sur les fleurs non ensachées (pommier)

N° de l'inflorescence	Nombre de boutons(fleurs)	Nombre de fruits formés	Nombre de fruits non formés	Nombre de fruits chutés
1	5	3	2	0
2	5	3	2	0
3	5	2	2	1
4	6	4	1	1
5	4	3	0	1
6	5	4	0	1
7	7	5	1	1
8	5	4	1	0
9	9	5	2	2
10	6	2	3	1
11	9	3	6	0
12	5	1	3	1
13	6	3	3	0
14	6	5	1	0
15	6	3	3	0
16	5	5	0	0
17	9	5	2	2
18	6	2	4	0
19	5	5	0	0
20	6	2	4	0
21	5	2	1	2
22	6	1	5	0
23	6	3	3	0
24	6	2	4	0
25	6	4	1	1
26	5	1	3	1
27	6	3	2	1
28	6	3	3	0
29	5	3	0	2
30	5	0	0	5
Moyenne	5,86 ±1,23	3,03±1,27	2,11 ±1,57	0,76 ± 0,72

Tableau 6 :Résultats sur les fleurs ensachées (pommier)

N° de l'inflorescence	Nombre de boutons(fleurs)	Nombre de fruits formés	Nombre de fruits non formés	Nombre de fruits chutés
1	5	5	0	0
2	5	3	0	2
3	5	4	0	1
4	5	5	0	0
5	6	6	0	0
6	6	5	0	1
7	5	5	0	0
8	5	2	0	3
9	6	1	0	5
10	6	4	0	2
11	5	4	0	1
12	5	2	0	3
13	6	5	0	1
14	5	5	0	0
15	7	6	0	1
16	6	5	0	1
17	6	6	0	0
18	6	6	0	0
19	6	5	0	1
20	6	5	0	1
21	6	5	0	1
22	6	6	0	0
23	6	3	0	3
24	5	3	0	2
25	6	4	0	2
26	6	3	0	3
27	6	4	0	2
28	5	4	0	1
29	5	4	0	1
30	5	2	0	3
31	5	2	0	3
32	5	2	0	3
33	6	2	0	4
34	6	6	0	0
35	5	1	0	4
Moyenne	5,57 ±0,55	4 ±1,46	0	1,57±1,33

Tableau 7 : Vitesse de butinage de *Apis mellifera* et *Euceranumida*(fève)

Apis mellifera	Nbre de fleurs visitées par mn	Euceranumida	Nbre de fleurs visitées par mn
1	6	1	5
2	8	2	5
3	4	3	3
4	7	4	4
5	11	5	4
6	10	6	5
7	11	7	2
8	8	8	3
9	6	9	9
10	3	10	8
11	5	11	7
12	7	12	7
13	4	13	3
14	9	14	3
15	9	15	4
16	3	16	5
17	5	17	8
18	4	18	9
19	8	19	10
20	7	20	11
21	6	21	12
22	5	22	10
23	4	23	10
24	6	24	8
25	2	25	7
26	11	26	7
27	10	27	6
28	8	28	2
29	6	29	5
30	6	30	5
31	6	31	4
32	4	32	9
33	5	33	6
34	5	34	7
35	3	35	8
36	10	36	8
37	9	37	8

38	8	38	9
39	8	39	3
40	6	40	7
41	5	41	6
42	4	42	5
43	6	43	5
44	7	44	4
45	8	45	2
46	10	46	3
47	9	47	9
48	2	48	8
49	2	49	3
50	3	50	3
Moyenne	6,38 ±2.53	Moyenne	6,08 ±2.61

Tableau 8 : Vitesse de butinage par minute et par arbre (pommier)

<i>Apis.Mellifera</i>	Nbr de fleurs visitées par arbre	<i>Apis.Mellifera</i>	Nbr de fleurs visitées par minute
1	13	1	12
2	11	2	8
3	7	3	9
4	14	4	8
5	17	5	7
6	13	6	8
7	8	7	7
8	6	8	8
9	11	9	10
10	20	10	11
11	10	11	10
12	14	12	10
13	16	13	11
14	7	14	9
15	11	15	6
16	17	16	8
17	15	17	9
18	8	18	11
19	9	19	12

20	9	20	10
21	7	21	6
22	8	22	7
23	7	23	8
24	11	24	8
25	16	25	9
26	12	26	11
27	16	27	10
28	6	28	10
29	7	29	8
30	8	30	7
31	8	31	6
32	10	32	5
33	11	33	5
34	11	34	8
35	6	35	7
36	18	36	9
37	6	37	10
38	15	38	11
39	20	39	11
40	11	40	9
41	5	41	8
42	8	42	7
43	13	43	6
44	9	44	5
45	14	45	8
46	18	46	9
47	17	47	10
48	8	48	8
49	9	49	7
50	10	50	6
Moyenne	11,22± 4.06	Moyenne	8,46 ±1.85

RÉSUMÉ

Afin de déterminer l'influence de la pollinisation croisée sur le rendement de la fève (*Vicia Faba*) et du pommier (*Malus domestica*), des investigations ont été menées durant la floraison de ces deux cultures, respectivement, dans les localités de Hamma Bouziane et El-Khroub (Constantine). Ces observations ont montré que les insectes qui butinent les fleurs de la fève sont tous des hyménoptères apoïdes appartenant à la famille des Apidae, des Halictidae et des Megachilidae. Les Apidae sont les plus abondants, suivis par les Megachilidae et enfin les Halictidae. Sur l'ensemble des apoïdes rencontrés, l'*Apis Mellifera* et *Eucera Numida* sont les pollinisateurs les plus abondants. Le rendement grainier et le nombre de gousses obtenus par pollinisation libre sont plus élevés que ceux obtenus par autopollinisation avec, respectivement, 3,72g et 1,88g.

Pour *Malus domestica*, l'échantillonnage montre que les fleurs du pommier ont été pollinisées seulement par l'abeille domestique. Le pourcentage des fruits formés sur les fleurs libres des arbres de pommier (71.79%) est plus élevé que celui des fleurs ensachées (51.70%) donc l'abeille domestique est le pollinisateur le plus efficace et le plus utile pour le pommier et améliore grandement le rendement de cette culture.

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

Abstract

In order to determine the influence of cross-pollination on the yield of the bean (*Vicia Faba*) and the apple tree (*Malus domestica*), investigations were carried out during the flowering of these two crops, respectively, in the localities of Hamma Bouziane and El-Khroub (Constantine). These observations have shown that the insects that pollinate the flowers of the bean are all apoid hymenoptera belonging to the family Apidae, Halictidae and Megachilidae. The Apidae are the most abundant, followed by the Megachilidae and finally the Halictidae. Over all Apoides encountered, *Apis Mellifera* and *Eucera Numida* are the most abundant pollinators. The seed yield and number of pods obtained by open pollination are higher than those obtained by self-pollination with 3.72 g and 1.88 g, respectively. For *Malus domestica*, sampling shows that apple blossoms were pollinated only by the honeybee. The percentage of fruit formed on the free flowers of apple trees (71.79%) is higher than that of bagged flowers (51.70%) so the honeybee is the most efficient and useful pollinator for apple trees and greatly improves the yield of this crop.

Key words: Hymenoptera, *Apis mellifera*, yield, pollination

Soutenu le : 04/07/2018

Nesrine ANIK

Meroua BOURAOUI

Contribution à l'étude des insectes pollinisateurs de la fève (*Vicia faba* L.) et du pommier (*Malus domestica* L.) dans la région de Constantine

Résumé

Afin de déterminer l'influence de la pollinisation croisée sur le rendement de la fève (*Vicia Faba*) et du pommier (*Malus domestica*), des investigations ont été menées durant la floraison de ces deux cultures, respectivement, dans les localités de Hamma Bouziane et El-Khroub (Constantine). Ces observations ont montré que les insectes qui butinent les fleurs de la fève sont tous des hyménoptères apoïdes appartenant à la famille des Apidae, des Halictidae et des Megachilidae. Les Apidae sont les plus abondants, suivis par les Megachilidae et enfin les Halicidae. Sur l'ensemble des apoïdes rencontrés, l'*Apis Mellifera* et *Eucera Numida* sont les pollinisateurs les plus abondants. Le rendement grainier et le nombre de gousses obtenus par pollinisation libre sont plus élevés que ceux obtenus par autopollinisation avec, respectivement, 3,72g et 1,88g.

Pour *Malus domestica*, l'échantillonnage montre que les fleurs du pommier ont été pollinisées seulement par l'abeille domestique. Le pourcentage des fruits formés sur les fleurs libres des arbres de pommier (71.79%) est plus élevé que celui des fleurs ensachées (51.70%) donc l'abeille domestique est le pollinisateur le plus efficace et le plus utile pour le pommier et améliore grandement le rendement de cette culture.

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

Encadreur : Dr. Esma BAKIRI

