



جمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

التعليم
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

قسنطينة
كلية الطبيعة الحياة

Département : Biologie Animale.

: 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 Evolution et Contrôle des Populations d'insectes

Intitulé :

Les insectes butineurs de la féverole (*Vicia faba* L. var *minor*) (*Fabaceae*) et du poirier (*Pyrus communis* L.) (*Rosaceae*) et rôle des abeilles domestiques et sauvages dans la pollinisation de ces deux cultures.

Présenté et soutenu par : LADJABI Imane

Le : 11/07/2019

Jury d'évaluation :

Président du jury : AGUIB Sihem (MCA - UFM Constantine 1).

Rapporteur : BENACHOUR Karima (Professeur - UFM Constantine 1).

Examineurs : BAKIRI Esma (MCB - UFM Constantine 1).

**Année universitaire
2018 - 2019**

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la volonté pour finaliser ce travail.

Nos sincères remerciements et reconnaissances à mes parents, ma sœur et mon petit frère pour l'amour et la confiance qu'ils m'ont témoigné durant toutes ces années.

Il nous est particulièrement agréable d'exprimer notre reconnaissance et nos vifs remerciements à toute personne qui a contribué, de près ou de loin, à sa réalisation. Principalement :

Notre encadreur Pr. BENACHOUR Karima qui a bien voulu accepter de nous encadrer. Nous la remercions infiniment pour son aide, ses orientations, sa patience, sa disponibilité et ses précieux conseils lors de la réalisation de ce présent mémoire.

A Dr. AGUIB Sihem, MCA - UFM Constantine 1 d'avoir accepté de présider le jury. Ses remarques vont mettre en valeur notre travail.

A Dr. BAKIRI Esma, MCB - UFM Constantine 1 d'avoir participé à notre jury afin d'enrichir et d'améliorer notre travail.

Aussi nous tenant à remercier Mr. DJENHI Fouad, technicien du laboratoire de Bio systématique et Ecologie des Arthropodes (UFMC 1) pour la mise à notre disposition du matériel nécessaire à notre travail.

Enfin, nous formulons nos remerciements à toutes les personnes qui nous ont aidés à la réalisation de ce travail et qui sont si nombreux pour en faire une liste exhaustive.

LISTE DES FIGURES

- **Figure 1.** Schéma de la pollinisation (d'après Pouvreau 2004)
- **Figure 2.** Patte postérieure de la femelle de *Lasioglossum leucozonium* (Halictidae) (d'après Pouvreau 2004).
- **Figure 3.** Brosse ventrale d'une femelle d'*Anthidium sp* (Megachilidae) (d'après Pouvreau 2004).
- **Figure 4.** Tête d'abeille avec pièces buccales (abeille à langue courte) (d'après Scheuchl 1995 cité par Benachour
- **Figure 5.** Structure générale d'un Apoidea (d'après Scheuchl 1995 cité par Benachour, 2008).
- **Figure 6.** Photo de l'aile antérieure d'un anthophore avec la légende des cellules alaires.
- **Figure 7.** Crochets (hamuli) de l'aile postérieure d'une abeille.
- **Figure 8.** Patte postérieure d'un Apoïde.
- **Figure 9.** Fruit et fleur de la féverole (Daines, 2018).
- **Figure 10.** Fleur de *Pyrus communis* L.
- **Figure 11.** Quelques variétés de poirier cultivées en Algérie.
- **Figure 12.** Stations d'étude dans la Wilaya de Constantine.
- **Figure 13.** Vue de la parcelle de féverole échantillonnée (photo personnelle).
- **Figure 14.** Photo satellite du verger mixte de Hamma Bouziane (photo personnelle).
- **Figure 15.** Vue d'ensemble du verger de poires (photo personnelle).
- **Figure 16.** Quadrat pour l'observation et le comptage des insectes butineurs (photo personnelle).
- **Figure 17.** Disposition du transect pour l'observation et le comptage des insectes sur le poirier.
- **Figure 18.** Photo d'une inflorescence couverte de tulle (photo personnelle).
- **Figure 19.** Photos des inflorescences couvertes de tulle (photo personnelle).
- **Figure 20.** Cycle de floraison de la féverole (floraison de 2019).
- **Figure 21.** Pourcentage des ordres d'insectes enregistrés sur la féverole durant la période de floraison (2019).

- **Figure 22.** Evolution du nombre moyen de visites d'*Apis mellifera* et d'*Eucera numida* sur la féverole pendant les différentes heures de la journée.
- **Figure 23.** Pourcentages des produits floraux récoltés par *Apis mellifera* (a) et *Eucera numida* (b) sur la féverole aux différentes heures de la journée (floraison de 2019) (n=nombre total de spécimens observés ; m=nombre moyen de spécimens observés).
- **Figure 24.** Evolution du nombre moyen de visites des différents ordres d'insectes rencontrées sur le poirier (floraison de 2019).
- **Figure 25.** Evolution du nombre moyen de visites d'*Apis mellifera* sur *Pyrus communis* L. (floraison de 2019).
- **Figure 26.** Pourcentages des produits floraux récoltés par *Apis mellifera* sur *Pyrus communis* L. aux différentes heures de la journée (floraison de 2019) (n=nombre total de spécimens observés ; m=nombre moyen de spécimens observés).
- **Figure 27.** Déplacement de l'abeille domestique sur et entre les rangées d'arbres du poirier (floraison de 2019).

LISTE DES TABLEAUX

- **Tableau 1.** Catégorie de spécialisation selon la gamme de plantes butinées par les abeilles (Müller & Kuhlmann (2008).
- **Tableau 2.** Production de fèves et féveroles en Algérie de 2010 à 2014 (Ministère de l'agriculture).
- **Tableau 3.** Classification botanique du poirier (Gausсен *et al.*, 1982)
- **Tableau 4.** Principales variétés de poirier cultivées en Algérie (Ministère de l'Agriculture 2011).
- **Tableau 5.** Densités des insectes butineurs recensés sur la fève (*Vicia faba* L. minor) dans la région d'Ibn Ziad (floraison 2019).
- **Tableau 6.** Vitesse de butinage (Nbre de fleurs visitées/min) de l'abeille domestique et d'*Eucera numida* sur la fève (floraison 2019).
- **Tableau 7.** Produits floraux récoltés et proportions des visites pollinisantes d'*Apis mellifera* et d'*Eucera numida* sur les fleurs de la fève.
- **Tableau 8.** Paramètres du rendement de la fève en autopolinisation et en pollinisation libre.
- **Tableau 9.** Insectes butineurs recensés sur le poirier dans la région de Hamma Bouziane durant la floraison de 2019.
- **Tableau 10.** Produits floraux récoltés par *Apis mellifera* sur le poirier (floraison 2019).
- **Tableau 11.** Comportement de butinage d'*Apis mellifera* sur *Pyrus communis* L pendant la floraison de 2019.
- **Tableau 12.** Pourcentages des fruits formés à la nouaison chez *Pyrus communis* L. en présence et en absence de pollinisateurs durant la floraison de 2019.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES	
1. La pollinisation	3
1.1. Définition	3
1.2. Les agents pollinisateurs	4
1.2.1. La pollinisation par le vent	4
1.2.2. La pollinisation par l'eau (Hydrogamie)	4
1.2.3. La pollinisation par les animaux (zoogamie)	4
2. Aperçu de la classification, de la répartition et de la structure anatomique des abeilles	7
3. Relations plantes- abeilles	11
4. Importance agro-économique et écologique de la pollinisation	12
5. Généralités sur les plantes étudiées	13
5.1. La féverole	13
5.1.1. Classification de la féverole	13
5.1.2. Description de la féverole <i>Vicia faba</i> L.	14
5.1.3. Production de la féverole dans le monde et en Algérie	15
5.2. Le poirier	16
5.2.1. Origine	16
5.2.2. Classification	16
5.2.3. Description botanique	17
5.2.4. Principales variétés de poirier cultivées dans le monde et en Algérie	18
CHAPITRE II : MATERIEL & METHODES	
1. Description des stations d'étude	22
1.1. La station d'Ibn Ziad	22
1.2. La station de Hamma Bouziane	23
2. Echantillonnage et inventaire des insectes butineurs	24
2.1. La féverole	24
2.2. Le poirier	26
3. Détermination du comportement de butinage des insectes	26
4. Effet de la pollinisation entomophile sur le rendement des deux cultures	27
5. Identification des insectes butineurs et de la flore spontanée	28
6. Analyse des données	28

CHAPITRE III : RESULTATS

1. La fèveverole (<i>Vicia faba</i> L. minor)	30
1.1. Floraison de la plante	30
1.2. Diversité et densité des insectes butineurs sur la fèveverole	30
1.3. Activité journalière de l'abeille domestique et d' <i>Eucera numida</i> sur la fèveverole	33
1.4. Comportement de butinage des abeilles sur la fèveverole	33
1.5. Recherche alimentaire des abeilles	34
1.6. Effet de la pollinisation croisée sur le rendement de la fèveverole	35
2. Le poirier (<i>Pyrus communis</i> L)	36
2.1. Floraison de l'arbre	36
2.2. Diversité des insectes butineurs du poirier	36
2.3. Activité journalière de l'abeille domestique (<i>Apis mellifera</i>)	38
2.4. Comportement de butinage et activité pollinisatrice de l'abeille domestique	38
2.5. Mouvements de l'abeille domestique entre les arbres	40
2.6. Effet de la pollinisation entomophile sur le rendement en fruits du poirier	40
DISCUSSION ET CONCLUSION	43
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47
ANNEXES	
RESUMES	

INTRODUCTION GENERALE

La pollinisation est un facteur clé dans la reproduction sexuée de nombreuses espèces végétales, la symbiose entre les insectes et les plantes permet le maintien de la biodiversité grâce à la pollinisation croisée et la pérennisation de certains écosystèmes (Vaissière 2002, 2005). Cette activité de pollinisation assurée, notamment par les insectes et particulièrement par les abeilles, a une aussi une importance agro-économique considérable puisqu'elle assure l'amélioration des rendements, et la valeur économique de la pollinisation se chiffre ainsi en millions d'euros (Gallai *et al.*, 2009).

La connaissance des insectes pollinisateurs des différentes plantes cultivées est très importante et assurer la protection de ces populations d'insectes devient alors plus que nécessaire pour préserver notre sécurité alimentaire.

Depuis environ une vingtaine d'années, les travaux sur la faune des abeilles en Algérie ont repris succédant aux premiers travaux entrepris 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.

Sur les plantes cultivées, on retrouve comme travaux ceux de Benachour *et al.*, (2007), Aouar-Sadli (2008) et Benachour & Louadi 2013.

L'objectif de ce travail consiste à établir un inventaire des insectes butineurs de deux plantes. La première est une légumineuse fourragère, la fèverole et la deuxième culture est une rosaceae fruitière à savoir le poirier. Le comportement de butinage et l'efficacité pollinisatrice des principaux butineurs ainsi que l'effet de la pollinisation entomophile sur le rendement des deux cultures sont également étudiés.

Le mémoire s'articule autour de trois chapitres, le premier est consacré à une synthèse bibliographique, le second englobe le matériel utilisé ainsi que la méthodologie de travail sur le terrain et le troisième est consacré aux résultats obtenus. Une discussion et conclusion sont apportées à la suite des résultats.

CHAPITRE I
DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

1. La pollinisation

1.1. Définition

La plupart des plantes cultivées indispensables à notre vie (céréales, légumes, plantes fruitières) appartiennent aux angiospermes ou aux plantes à fleurs. Chez ces plantes, la fécondation qui est l'union des gamètes mâle et femelle ne peut s'effectuer sans pollinisation.

La pollinisation est donc un processus indispensable à la reproduction sexuée des plantes à fleurs (Mbaikoua, 2015) ; elle correspond au transfert du pollen des parties mâles (anthères) d'une fleur à la partie femelle (stigmate) de la même fleur ou d'une fleur différente suivant deux modalités à savoir l'autopollinisation ou autogamie et la pollinisation croisée ou allogamie (fig.1) (Delaplane & Mayer, 2000).

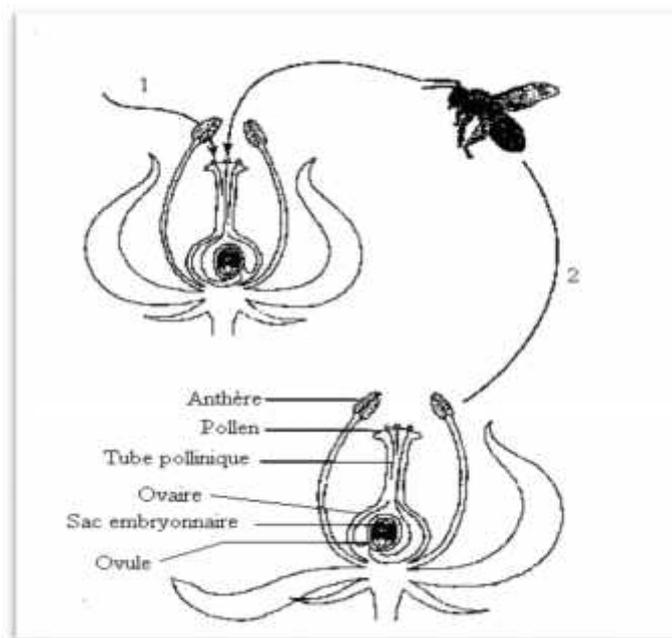


Figure 1. Schéma de la pollinisation (d'après Pouvreau 2004)

1 = autopollinisation ou pollinisation directe

2 = Pollinisation croisée ou allopollinisation

a- L'autopollinisation (=autogamie)

L'autopollinisation se réalise lorsque le stigmate d'une fleur reçoit du pollen émis par la fleur de la même plante. Ce mode de pollinisation est fréquent chez les Poacées cultivés comme le blé (*Triticum* L), l'orge (*Hordeum* L) et l'avoine (*Avena* L). Il est fréquent aussi

chez certaines Fabacées comme les haricots (*Faba L*) ou les pois (*Pisum L*). L'autopollinisation reste exceptionnelle à l'échelle de toutes les angiospermes.

b- La pollinisation croisée (=allogamie)

Le pollen d'une plante est transporté sur le stigmate d'une fleur appartenant à une autre plante de la même espèce. Cette pollinisation est la plus fréquente. Et elle est favorisée par un certain nombre de mécanismes.

1.2. Les agents pollinisateurs

Les divers modes de pollinisation sont nombreux et dépendent souvent de la forme des fleurs, de leur couleur et de leur parfum, attirant de ce fait différents insectes, animaux et même l'homme.

1.2.1. La pollinisation par le vent

Un certain nombre de plantes cultivées importantes telles que les graminées incluant les céréales (blé, orge, avoine, seigle, maïs, riz), la betterave à sucre, le noyer, le noisetier, l'olivier et le palmier dattier sont anémophiles. Ces plantes, pollinisées par le vent, présentent certaines caractéristiques qui favorisent le transport du pollen par le vent, telles que l'émission d'un très grand nombre de pollen (Philippe, 1991 ; Pouvreau, 2004).

1.2.2. La pollinisation par l'eau (Hydrogamie)

Est recentrée chez plantes aquatiques

1.2.3. La pollinisation par les animaux (zoogamie)

Différents types d'animaux sont des agents pollinisateurs :

- ✓ Les chauves-souris, représentées par certaines espèces tropicales qui lèchent le nectar des fleurs. Les espèces strictement insectivores, dans certains cas, arrivent à servir de transporteurs de pollen en capturant des insectes sur les fleurs.
- ✓ De petits marsupiaux
- ✓ Les oiseaux, représentés par des espèces tropicales comme les colibris ou oiseaux mouches. Certaines espèces insectivores sont aussi pollinisatrices lorsqu'elles capturent des insectes qui butinent.
- ✓ Des mollusques (dans le milieu aquatique)
- ✓ Les insectes

De tous les animaux, ce sont les insectes qui pollinisent le plus grand nombre d'espèces végétales ; ces dernières sont qualifiées d'entomophiles. Ces insectes sont représentés par les coléoptères, les lépidoptères, les diptères et les hyménoptères. A l'intérieur de chaque ordre, la pollinisation est assurée par un certain nombre de familles.

a. Les coléoptères

Ils peuvent récolter sur les fleurs le pollen et le nectar. Cependant, ceux qui ont un rôle pollinisateur sont peu nombreux et appartiennent surtout à la famille des Cantharidae dont plusieurs genres ont un appareil buccal assez bien adapté à la récolte du nectar. Le rôle pollinisateur des coléoptères s'observe surtout en milieu tropical (Pouvreau, 2004).

b. Les lépidoptères (papillons)

Ces insectes sont pourvus d'une trompe qui atteint souvent plusieurs centimètres de longueur. Ils puisent dans les fleurs tubulaires étroites le nectar accumulé en profondeur et inaccessible à d'autres insectes. Qu'ils soient diurnes ou nocturnes, les papillons sont seulement des butineurs de nectar. Les grains de pollen tombent sur le corps de l'insecte lors de sa visite sur la fleur et il est transporté d'une fleur à l'autre. Certains papillons nocturnes butinent le nectar en vol devant la fleur et le transport de pollen est alors assuré par leur trompe. De nombreuses Caryophyllaceae sont pollinisées par les papillons (Pouvreau, 2004).

c. Les diptères (les mouches)

Les mouches jouent un rôle important comme pollinisateurs en raison du grand nombre de familles, de genres et d'espèces qui montrent une attirance pour les fleurs. De nombreuses espèces, de petite taille, sont particulièrement utiles pour la pollinisation croisée des petites fleurs dont les faibles ressources en nectar ne les rendent pas attractives pour la plupart des autres pollinisateurs (nombreuses ombellifères). Les mouches se nourrissent de nectar et parfois de pollen. Les mouches qui sont les visiteurs les plus fréquents observés sur de nombreuses plantes appartiennent essentiellement aux familles des Calliphoridae (mouches à viande), Conopidae, Syrphidae et Bombyliidae (Pouvreau, 2004).

d. Les hyménoptères :

Les champions de la pollinisation sont ici les abeilles et les bourdons qui se sont spécialisés dans la récolte du pollen et du nectar pour nourrir leur progéniture (Mathilde *et al.*, 2011). Les abeilles présentent de nombreuses caractéristiques qui en font des agents pollinisateurs par excellence. Une première caractéristique est leur nutrition à base

exclusivement de nectar pour les adultes et de pollen pour les larves. Lors de sa visite sur la fleur et pour accéder au butin recherché, l'insecte entre en contact avec les étamines et /ou le stigmate, il s'ensuivra une charge de pollen sur le corps de l'abeille ou un dépôt de pollen sur le stigmate ou encore les deux.

*** adaptation à la récolte et au transport du pollen :**

La morphologie du corps de l'abeille est particulièrement bien adaptée à la pollinisation. Le corps des abeilles est caractérisé le plus souvent par une pilosité très abondante ; les poils (ou soies) sont plumeux (caractéristique des apoïdes) ce qui facilite l'adhésion des grains de pollen lors de la visite de l'insecte. Ces poils permettent à l'abeille de transporter le pollen, et ils sont le plus souvent situés sur le tibia des pattes postérieures des femelles où ils forment une brosse (fig.2).

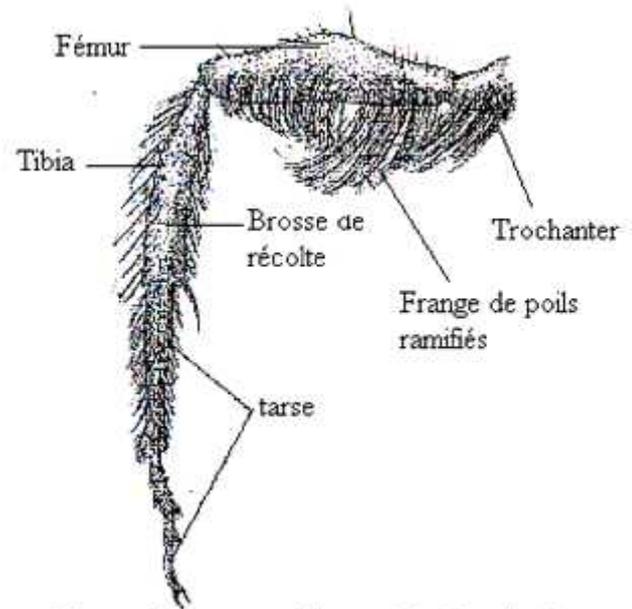


Figure 2. Patte postérieure de la femelle de *Lasioglossum leucozonium* (Halictidae) (d'après Pouvreau 2004).

Ils peuvent être localisés sur la face ventrale de l'abdomen (brosse ventrale) (Megachilidae) (fig.3).

Certaines abeilles peuvent aussi transporter le pollen sur leur thorax (Andrenidae), sur les poils denses situés sous l'avant de l'abdomen (Halictidae et Colletidae) ou sur le fémur des pattes postérieures qui présente une structure qui ressemble à la corbeille des Apidae et qui est entourée de franges de poils ramifiés.

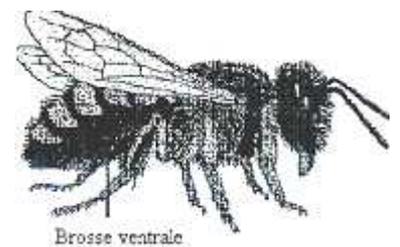


Figure 3. Brosse ventrale d'une femelle d'*Anthidium* sp (Megachilidae) (d'après Pouvreau 2004).

*** adaptation à la récolte du nectar :**

L'appareil buccal, adapté à la récolte du nectar, est de type broyeur lécheur (fig.4). Dans cet appareil, les mandibules sont conservées et permettent à l'insecte de travailler certaines substances (cire chez l'abeille domestique et les bourdons) ou de recueillir la propolis (substance résineuse de certains arbres utilisée pour colmater les fissures de la ruche

et fixer les rayons). Les maxilles s'allongent pour former une langue ou glosse qui permet à l'abeille d'aspirer le nectar. La longueur de cette glosse est variable selon les familles.

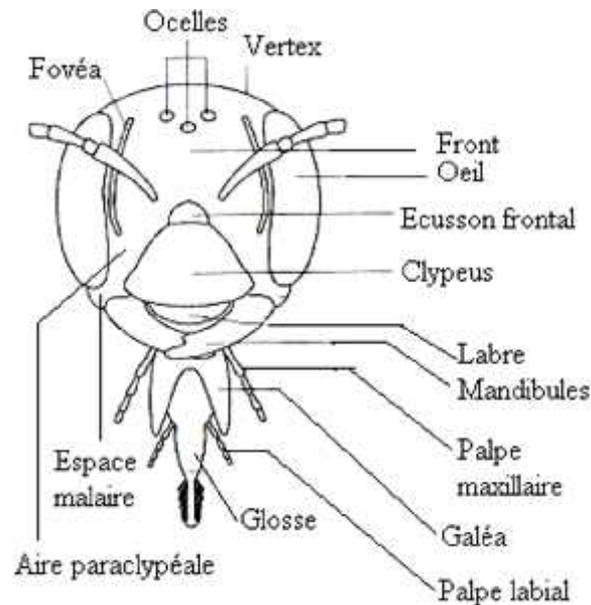


Figure 4. Tête d'abeille avec pièces buccales (abeille à langue courte) (d'après Scheuchl 1995 cité par Benachour)

Le comportement de butinage des abeilles est aussi particulièrement favorable à la pollinisation car certaines espèces d'abeilles (très rares) sont généralement fidèles à une espèce végétale, ou à la rigueur, à quelques espèces très étroitement apparentées (espèces monolectiques), d'autres (cas de nombreuses abeilles solitaires) exploitent quelques espèces de plantes appartenant à une seule famille (espèces oligolectiques) ce qui contribue à l'efficacité de la pollinisation.

2. Aperçu de la classification, de la répartition et de la structure anatomique des abeilles

Les abeilles appartiennent à l'ordre des Hyménoptères qui forment l'un des plus grands ordres de la classe des insectes. Cet ordre est divisé en deux-ordres : le sous ordre Apocrites et le sous ordre Symphytes. Les Apocrites sont caractérisés par un abdomen séparé du thorax par un étranglement alors que les symphytes ne possèdent pas un étranglement du fait que l'abdomen est réuni au thorax (Michener, 2007). Ce sous ordre regroupe la super famille des Apoïdea qui est représentée en grande majorité par les abeilles solitaires, les bourdons et aussi par l'abeille domestique (Gadoum *et al.*, 2007) et qui compte 7 familles

selon la classification récente de Michener en 2000 avec 1197 genres et sous genres et environ 16000 espèces décrites jusqu'à ce jour.

Les 7 familles d'abeilles proposées par Michener (2000) sont les Stenotritidae, les Colletidae, les Halictidae, les Andrenidae, les Megachilidae, les Melittidae et les Apidae. Ces familles sont très abondantes dans les zones tempérées (nord-est américain, l'Europe, l'extrême sud brésilien jusqu'en Argentine), cependant cette faune est particulièrement riche dans les régions à climat méditerranéen comme l'Afrique du Nord et la côte ouest des Etats unis (Californie). L'extrême sud-africain, l'extrême nord Australien, les régions arides, les savanes tropicales, les savanes équatoriales et l'Afrique de l'est sont les régions où la faune des abeilles est la plus pauvre.

***Les colletidae :**

- ✓ Langue bifide, pollen généralement récolté sur une ou quelques espèces de plantes (*composées, ombellifères*) (oligolectiques), nidification terricole, la paroi des cellules est recouverte d'une membrane transparente,
- ✓ 02 genres (*Colletes, Hyalus* en Europe et Afrique du nord (Maghreb))

***Les Andrenidae :**

- Répartition mondiale (absente en Australie) avec environ 2000 espèces 36 genres)
- Espèces fouisseuses (abeilles des sables), espèces oligolectiques, voire monolectiques

***Les Halictidae :**

- 4 genres, 3500 espèces décrites dans le monde,
- Espèces majoritairement anthropophiles (vivant dans des milieux fréquentés par l'homme)

*** Les Melittidae :**

- 14 genres et 167 espèces,
- Distribution paléarctique et néarctique, espèces toutes terricoles et univoltines, oligolectiques

***Les Megachilidae :**

- Distribution cosmopolite, 74 genres,
- Présence d'une brosse de récolte de pollen ventrale

***Les Apidae :**

- Plus grande famille d'apoïdes, espèces sociales : abeilles domestiques et bourdon

Les abeilles, comme tous les insectes, ont un corps divisé en trois régions : tête, thorax et abdomen. Elles présentent une particularité qui consiste en une constriction appelée « taille de guêpe » située entre le premier et le second segment abdominal (hyménoptères apocrites). Les ailes sont membraneuses (d'où le nom d'hyménoptères). 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). Les antennes sont formées de 12 articles chez les femelles et de 13 articles chez les mâles (fig.5).

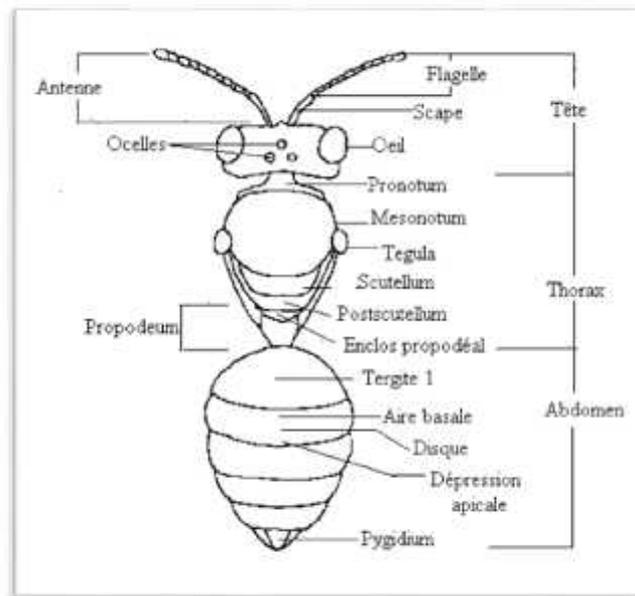


Figure 5. Structure générale d'un Apoidea (d'après Scheuchl 1995 cité par Benachour 2008).

Les antennes sont articulées avec douze articles chez la femelle et 13 articles chez le mâle (Engel, 2001).

L'appareil buccal de type broyeur-lécheur adapté à la récolte du Nectar. Les deux maxilles sont transformées en trompe (langue) ou glosse creusée d'une gouttière apte à lécher et aspirer le nectar des fleurs (fig.4).

Les ailes antérieures sont couplées aux ailes postérieures par une série de crochets (hamuli) portés par les ailes postérieures (Michener, 2007) et comporte des cellules et des nervures (fig.6).



Figure 6. Photo de l'aile antérieure d'un anthophore avec la légende des cellules alaires.

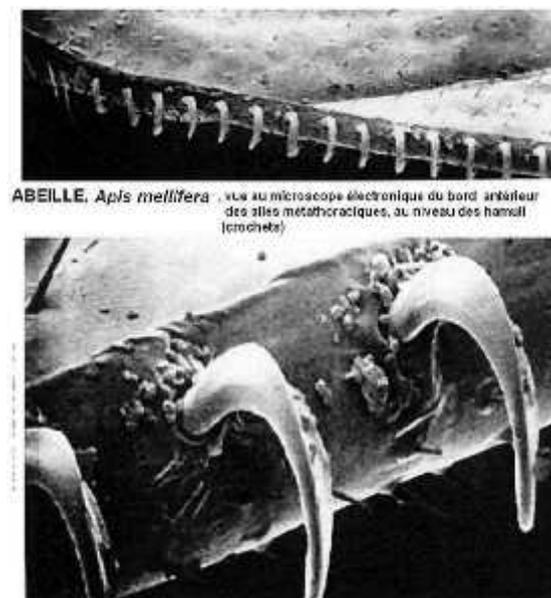


Figure 7. Crochets (hamuli) de l'aile postérieure d'une abeille.

Les pattes (fig.8) sont formées de cinq articles. Sur le quatrième article (tibia) de la patte postérieure se trouve un plateau appelle plateau bastibial (pygidial) qui peut être

modifié en forme de dent (s). Le dernier article (tarse) est constitué de cinq article dont le dernier est terminé par une paire de griffes simples ou bifides et entre lesquelles se trouve un pulvillus ou arolium (organe adhésif)

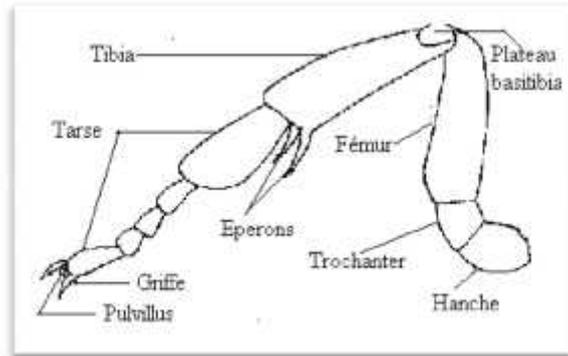


Figure 8. Patte postérieure d'un Apoïde.

L'abdomen est formé de six tergites chez la femelle et 07 chez le mâle.

3. Relations plantes- abeilles

La relation (de mutualisme) qui relie les abeilles et les angiospermes est très ancienne et spécifique. Avec 250000 à 260000 espèces décrites, les Angiospermes représentent le groupe de plantes vascularisées le plus diversifié et le plus étendu sur terre (Soltis, 2004 cités par Vanderplanck, 2009). Cette relation est à l'origine de la pollinisation et parmi tous les groupes d'insectes pollinisateurs, les abeilles comme cité précédemment, constituent le groupe le plus intimement lié aux Angiospermes car elles se nourrissent de leur pollen et de leur nectar à la fois sous forme larvaire et imaginaire

Certaines espèces arborent une spécialisation dans leur choix de pollen, visitant un nombre restreint de plantes disponibles dans leur habitat (monolectisme, oligolectisme) tandis que d'autres butinent un plus large éventail de plantes hôtes (mésolectisme, polylectisme) pouvant cependant arborer une certaine constance (tab 1) (Westrich, 1989 ; Müller, 1996 a ; Cane & Sipes, 2006 cités par Müller & Kuhlmann, 2008).

Tableau 1. Catégorie de spécialisation selon la gamme de plantes butinées par les abeilles (Müller & Kuhlmann (2008)).

Catégorie	Sous-catégorie	Définition
Monolectisme		Récolte de pollen sur une seule espèce de plante même en présence d'une ou de plusieurs espèces sympatriques du même genre
Oligolectisme	Oligolectisme strict	Récolte de pollen sur deux à plusieurs espèces appartenant à un genre de plante
	Oligolectisme large	Récolte de pollen sur deux à plusieurs genres appartenant à une tribu, sous famille ou famille de plante
	Oligolectisme électrique	Récolte de pollen sur deux à quatre genres appartenant à deux ou trois familles de plants
Polylectisme	Polylectisme avec forte préférence	Récolte de pollen sur plusieurs familles de plantes mais un clade de plante (famille, sous famille, tribu, genre ou espèce) prédomine
	Mésolectisme	Récolte de pollen sur plus de quatre genres de plantes appartenant à deux ou trois familles de plante
	Polylectisme	Récolte de pollen sur différent genres appartenant au moins à quatre familles de plantes

4. Importance agro-économique et écologique de la pollinisation

Les abeilles jouent un rôle important dans la pollinisation des plantes sauvages mais elles interviennent de façon déterminante dans la pollinisation des cultures. On estime qu'un tiers de la production alimentaire d'une nation dépend directement ou indirectement de la pollinisation par les insectes et principalement par les abeilles (Jacob –Remacle, 1990 ; Batra, 1994). Près de 75% des plantes angiospermes dépendent des insectes pollinisateurs pour leur reproduction sexuée.

De nombreuses plantes cultivées (environ une cinquantaine) et représentant près de la moitié des plantes alimentaires majeures dépendent des insectes, en particulier les abeilles domestiques, soit pour leur fructification ou pour l'amélioration de leurs rendements quantitatif et qualitatif (Philippe, 1991).

La valeur économique de la pollinisation, effectuée principalement par les abeilles, s'élève à plus de 153 milliards d'euros. Cette somme représente 9,5 % de la valeur de la production agricole mondiale pour les principales cultures (Gallai *et al.*, 2008). Aux Etats-Unis, les abeilles domestiques, seules, seraient responsables de 80% de la pollinisation et les effets bénéfiques dus à cette pollinisation sont évalués à 9,7 milliards de dollars (Pouvreau, 2004).

La valeur écologique des pollinisateurs et la prévision des conséquences de leurs pertes sont beaucoup plus difficiles à estimer que leur valeur économique en agriculture. Grâce à la fécondation croisée, les abeilles contribuent à réduire les risques de dégénérescence par consanguinité et participent ainsi à la biodiversité végétale (Pimentel, 1980 cité par Bruneau, 1991).

5. Généralités sur les plantes étudiées

5.1. La fève

Les fèves et fêveroles sont des cultivars d'une même espèce, *Vicia faba* L. Les fêveroles à petits et moyens grains sont originaires du sud- ouest de l'Asie (sud de la mer Caspienne) (Boyeldieu, 1991) et la fève provient vraisemblablement d'Afrique (Leclech, 1999).

Elle est essentiellement cultivée dans le bassin méditerranéen, en Amérique du sud et en Asie du sud- est et aussi en Europe occidentale et du nord (Gallais et Bannerol, 1992).

5.1.1. Classification de la fève

D'après Nuessly *et al.*, (2004), la classification de la plante se fonde sur la taille des graines et des gousses. La fève est subdivisée selon la taille des graines en 3 sous espèces qui sont :

- Sous-espèce *Vicia faba* var. *major*
- Sous-espèce *Vicia faba* var. *equina*.
- Sous-espèce *Vicia faba* var. *minor*.

Au sein de chaque variété, on retrouve plusieurs sous variétés.

5.1.2. Description de la féverole *Vicia faba* L.

La féverole (*Vicia faba* L.) est une plante annuelle portant une forte touffe de hautes tiges. Ses feuilles composées sont grises-vertes, ses fleurs blanches sont suivies de grosses vertes noircissant à maturité. Ces gousses contiennent 4 à 8 graines (selon la variété). Elles sont riches en protéine, en magnésium, en potassium, en calcium, en vitamines C, B et E ainsi qu'en fibres (elles favorisent le transit intestinal). Les fèves sèches apportent des glucides lents et sont cinq fois plus énergétiques que les fraîches.

D'après Hanafy *et al.*, 2005, la féverole est la légumineuse à grains principalement cultivée pour l'alimentation des animaux (grains secs) dans beaucoup de pays développés et les pays en développement particulièrement dans l'Asie occidentale et en Afrique du Nord (Maatougui, 1996).

C'est une espèce entomophile, le mode de reproduction est partiellement allogame et le taux d'allogamie varie de 20 à 70% selon les génotypes, les peuplements, l'abondance des pollinisateurs et des conditions climatiques (Guen *et al.*, 1989, Mesquida *et al.*, 1990 cités par Abdelguerfi et Larouar, 2002).

- **Fleurs et fruit de la féverole**

Les fleurs sont insérées très près de la tige, par grappes de quatre ou cinq. Leurs couleurs varient selon les variétés, elles sont le plus souvent blanches ornées de motifs noirs et pourpres, ou parfois entièrement blanches pour les variétés sans tanins (fig.9). Les fruits sont des gousses charnues qui peuvent avoir de 10 à 20 cm de long selon les variétés et contenir un nombre variable de graines (4 à 9) (fig.9). A l'état jeune, les gousses sont de couleur verte puis noircissent à maturité (Chaux et Foury, 1994).

La littérature concernant la pollinisation de *Vicia faba* L. (fève et féverole) est assez abondante. La revue de FREE (1970) sur ce sujet et les travaux du danois PouLSErr (1973) font l'inventaire des agents responsables de la fécondation chez *Vicia faba* et soulignent l'importance des bourdons à langue longue ainsi que la variabilité du comportement de l'abeille domestique souvent détournée de la voie de butinage normal par les trous que percent à la base des fleurs certains bourdons à langue courte.



Figure 9. Fruit et fleur de la féverole (Daines, 2018).

5.1.3. Production de la féverole dans le monde et en Algérie

A l'échelle mondiale, la chine est le premier producteur de la féverole, elle assure 43% de la production mondiale (14 millions de quintaux). Les autres pays producteurs sont l'Ethiopie (7,15 millions de quintaux), l'Australie (4 millions de quintaux), le Royaume-Uni (3,77 millions de quintaux) et la France (3,06 millions de quintaux).

La production locale de légumineuses en général et de féverole en particulier est faible (tab.2). Ainsi, la valorisation de cette graine dans un produit alimentaire largement consommé pourrait promouvoir sa culture à de meilleurs rendements. Elle est utilisée comme légume frais et comme graines sèches dans l'alimentation humaine (Maatougui, 2006).

En Algérie, la féverole a été l'une des espèces les plus utilisées dans les régions montagneuses, particulièrement en Kabylie pour l'alimentation humaine et animale. Cette espèce a fortement régressé depuis la mise au point d'aliments du bétail. En 1990, une étude de la valeur nutritive de la féverole Sidi Aïch, seule variété de féverole cultivée chez nous (Zaghouane, 1991), a été faite dans le but de l'incorporer dans l'alimentation du poulet de chair (Chouaki, 2006).

Tableau 2. Production de fèves et féveroles en Algérie de 2010 à 2014 (Ministère de l'agriculture).

Années	Production totale en Algérie		
	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2010	34210	366252	10,7
2011	37090	379818	10,24
2012	36835	405070	10,99
2013	37668	423862	11,25
2014	37499	413886	11,03

5.2. Le poirier

5.2.1. Origine

Le poirier est originaire d'Asie centrale, sa culture aurait débuté en Chine plus de 4000 ans avant Jésus Christ. Le poirier a trouvé en Europe occidentale sa place depuis des temps immémoriaux ; les Grecs sont les premiers à apprécier les qualités gustatives de ce fruit qu'Homère appelait « cadeau des Dieux ». Par la suite, les Romains ont développé sa culture et l'ont transmise au fur et à mesure de leurs conquêtes. On leur doit les premières variétés (Pline, naturaliste romain)

L'introduction du poirier en Algérie est fort ancienne de par sa culture chez les aborigènes, les poires que nous consommons à ce jour sont nées pour la plupart au XIXe siècle. Citons la Bon-chrétien Williams obtenue vers 1796, la Conférence en 1885, la Doyenne du Comice en 1849, la Passe Crassane en 1845 et Guyot en 1870.

5.2.2. Classification

D'après Gaussen *et al.*, 1982 le poirier (*Pyrus communis. L*) est un arbre fruitier à pépins appartenant à la famille des *Rosacées*, sa classification est indiquée dans le tableau 3.

Tableau 3. Classification botanique du poirier (Gaussen *et al.*, 1982)

Nom commun masculin	Poirier
Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Rosales
Famille	Rosaceae
Sous-famille	Maloideae
Genre	Pyrus
Espèce	<i>communis</i>

5.2.3. Description botanique

Le poirier a des feuilles caduques, alternes, simples entièrement dentées sur le bord, velues dans leur jeunesse, à pétiole plus court (Sapin, 1978). Les fleurs (fig.10) sont d'un blanc mêlé de rose, l'inflorescence est un corymbe portant 5 à 6 fleurs (Tasei 1978 cité par Pesson et Louveaux, 1984). Chaque fleur est constituée de 5 sépales, 5 pétales, 20 étamines à filet soudés, un ovaire à 5 carpelles renferment chacun 2 ovules, les 5 styles sont soudés à la base. La densité de fleurs est estimée entre 5 et 10 millions de fleurs par hectare. Le réceptacle floral se développe et donne la partie comestible de fruit qui est une drupe à mésocarpe charnu contournant cinq loges cartilagineuses. Le fruit a une taille et une couleur diverses selon la variété (verte, jaune, rouge ou panachée) de goût sucré ou acidulé.

Une fleur peut produire de 0,8 à 2 mg de nectar par jour dans la zone nectarifère qui se situe à la base des étamines (organes mâles). Le nectar est peu concentré (moins de 2 %) avec peu de saccharose et essentiellement du glucose et fructose. Sa concentration en sucre varie en fonction de paramètres environnementaux (heure, humidité). Le grain de pollen est d'une taille de 31 à 35 microns. Sa forme est proche de la forme du grain de pollen de pommier : sphérique, lisse avec 3 sillons germinatifs.

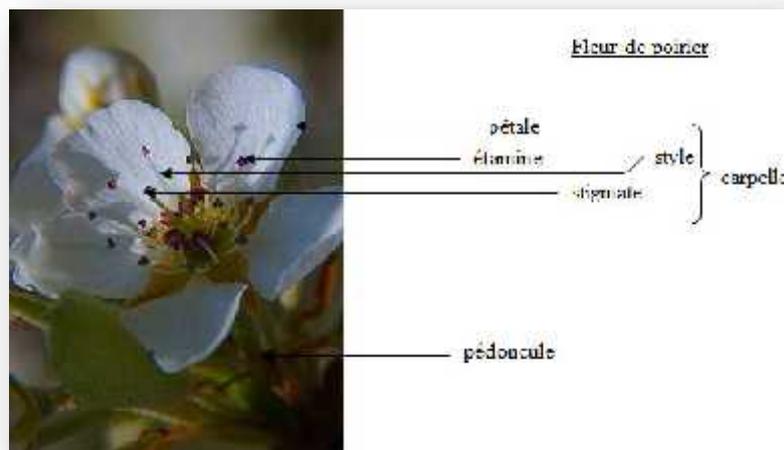


Figure 10. Fleur de *Pyrus communis* L.

Comme pour les pommiers, le vent n'intervient que de manière négligeable dans la pollinisation des poiriers. Les principaux pollinisateurs sont les abeilles sauvages (mégachiles, andrènes à émergence précoce) et les syrphes. Si les abeilles domestiques dédaignent généralement le nectar de poirier, elles visitent les fleurs pour leur pollen lorsque les températures dépassent 11°C. Il faudra veiller à placer les colonies au bon moment et éviter autant que faire se peut la présence d'autres sources de pollen attractives pour les abeilles dans les environs.

5.2.4. Principales variétés de poirier cultivées dans le monde et en Algérie

Il existe entre 4000 et 5000 variétés de poiriers mais seule une partie est cultivée (Espiard, 2002). La variété la plus courante est la 'Conférence' (25 %), suivie de la 'Williams Bon Chrétien' (11 %) et de 'l'Abate Fetel' (10 %) (Deckers, Schoofs, 2005). Les variétés ont des périodes de production différentes : certaines sont dites d'été (la poire Williams, la Guyot, la Rocha), d'autres d'automne (la Comice, la Conférence) et les dernières d'hiver (la Passe Crassane par exemple). La saison de la production de la poire est donc relativement longue.

Les variétés de poirier existantes en Algérie sont celles que l'on trouve sur le marché européen (tab.4). Le ministère de l'agriculture a agréé et établi une liste de variétés de poirier autorisées à la production et à la commercialisation ; les variétés les plus cultivées sont

surtout Santa Maria et Williams Rouge. Les photos de quelques variétés sont apportées dans la figure 11.

Tableau 4. Principales variétés de poirier cultivées en Algérie (Ministère de l’Agriculture 2011).

Variétés	Appréciation générale
Dr. Jules guyot	Variété intéressante par sa précocité, et sa fertilité à cultiver en plaines côtières et en altitude de moyenne de 300nm.
Starkrimson	Variétés intéressante par sa couleur rouge attrayante, à cultive en préférence en zone d’altitude moyenne de 300nm.
Alexandrineàà Douillard	Variétés prédictive, parfois alternante mais toujours rentable à cultives en plaine ou en altitude moyenne de 300nm.
Beurré Hardy	Variétés fertile de grande vigueur, de mise à fruit un peu lente. ses fruits renferment des qualités gustatives excellentes.
Williams Rouge	Variétés peu prédictive en raison du volume moindre des arbres son fruit est très attrayant surtout qu’il y a peu de variété rouge.
Passe Crassane	Variétés de mise à fruit un peu longue, elle donne une production régulière à partir de la sixième année.
Santa Maria	Variétés de mise à fruit de forme piriforme et de couleur jaune vert ou rouge.



Variété Santa Maria



Variété Williams rouge



Variété Williams jaune



Variété Conférence



Variété Beurré Hardy



Variété Passe Crassane

Figure 11. Quelques variétés de poirier cultivées en Algérie.

CHAPITRE II
MATERIEL ET METHODES

1. Description des stations d'étude

L'étude a été menée dans deux stations de la wilaya de Constantine durant les mois de mars et avril 2019 sur deux plantes cultivées : la féverole et le poirier. La première station est située dans la localité d'Ibn Ziad au nord-ouest de la ville ($36^{\circ} 22' 45''$ N, $6^{\circ} 28' 19''$ E, 468 m d'altitude) et la deuxième est un verger de la commune de Hamma Bouziane (fig.12).



Figure 12. Stations d'étude dans la Wilaya de Constantine.

(<https://www.vitamedz.com/photos/0/481-communes-de-constantine.jpg>)

1.1. La station d'Ibn Ziad

C'est une parcelle privée de plus de cinq hectares, la superficie réservée à la culture de féverole est d'environ deux ha (fig.13). Le reste de la parcelle comporte d'autres cultures telles que les lentilles et le blé. La culture est plantée en petites parcelles de 1m^2 chacune. La sous variété plantée est Sidi Aich. La végétation herbacée environnante comporte principalement les espèces mellifères suivantes : *Scolymus hispanicus* L., *Galactites tomentosus*, *Silybum marianum* (Asteraceae) ; *Borago officinalis* L., *Echium vulgare* (Boraginaceae) ; *Hedysarum coronarium* L. (Fabaceae) ; *Synapis arvensis* L. (Brassicaceae) ; *Malva trimestris* L. (Malvaceae) ; *Papaver rhoeas* L. (Papaveraceae) ; *Anethum graveolens* L. (Apiaceae).



Figure 13. Vue de la parcelle de fêverole échantillonnée (photo personnelle).

1.2. La station de Hamma Bouziane

Le site échantillonné est un verger privé mixte (fig.14) situé dans la commune de Hamma Bouziane (36° 24' 43 N, 6° 35' 46 E, 410 m d'altitude) au nord- ouest de Constantine et à 09 km du chef-lieu de la wilaya. Le verger est situé au lieu-dit Kaidi Abdellah, il a une superficie totale d'environ 4 hectares et il est composé de deux arbres fruitiers : poirier et nectarine.

La superficie réservée au poirier est de 2000 m² avec 2000 arbres plantés et repartis en 25 rangées dont chacune est composée de 80 arbres (fig.15). Les rangées sont espacées l'une de l'autre de 3,5 mètre et la distance entre deux arbres est de 3,5 mètres aussi. Il y a un seul cultivar auto fertile planté qui est *Santa Maria*. A proximité du verger (à 10 mètres environ) se trouve un verger de pommier dans lequel est installé un rucher de 60 ruches. La végétation environnante présente dans le verger est composée de diverses plantes spontanées : *Onopordum acanthium* L., *Scolymus hispanicus* L., *Anacyclus clavatus*, *Glebionis segetum* L. (Asteraceae) ; *Sinapis arvensis* L. (Brassicaceae) ; *Borago officinalis* L. (Boraginaceae) ; *Malva sylvestris* L. (Malvaceae).

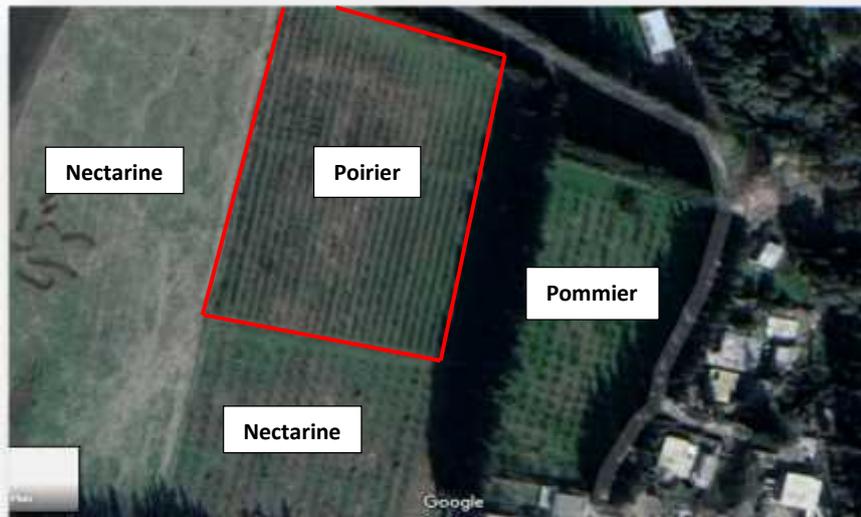


Figure 14. Photo satellite du verger mixte de Hamma Bouziane (photo personnelle).



Figure 15. Vue d'ensemble du verger de poires (photo personnelle).

2. Echantillonnage et inventaire des insectes butineurs

2.1. La féverole :

Les observations sont effectuées tous les 2 à 3 jours à partir de la floraison. 11 sorties sont effectuées (24/III/2019, 28/III/2019, 29/III/2019, 30/III/2019, 01/IV/2019, 03/IV/2019,

12/IV/2019, 14/IV/2019, 17/IV/2019, 23/IV/2019 et le 25/IV/2019). La période de floraison a été caractérisée par des conditions météorologiques peu favorables (pluie) et plusieurs sorties ont été annulées ($T = 18,27 \pm 2,83$; $HR = 50,54$ %). Pour procéder à l'observation et au comptage des insectes butineurs et de la densité florale sur la fève, nous avons utilisé la méthode des quadrats (fig.16) (Sonnet & Jacob-Remacle 1987 ; Abrol 1988). Cinq quadrats, de 1m^2 chacun, sont délimités au moyen de fils et de pieux. Les observations sont effectuées à chaque sortie de 9h jusqu' à 17h (Gmt + 1) à raison de 7 à 8 minutes dans chaque quadrat et durant chaque heure.

A chaque sortie, la densité des fleurs épanouies est mesurée. Ainsi, la densité des butineurs est estimée/unité de fleurs (100 fleurs). Cette évaluation étant plus appropriée en termes de pollinisation (Pierre *et al.*, 1999).

Les insectes butineurs présents sur les fleurs sont notés et comptabilisés ; les spécimens non identifiés à vue sont capturés par approche directe dans des tubes en plastique puis identifiés en laboratoire.

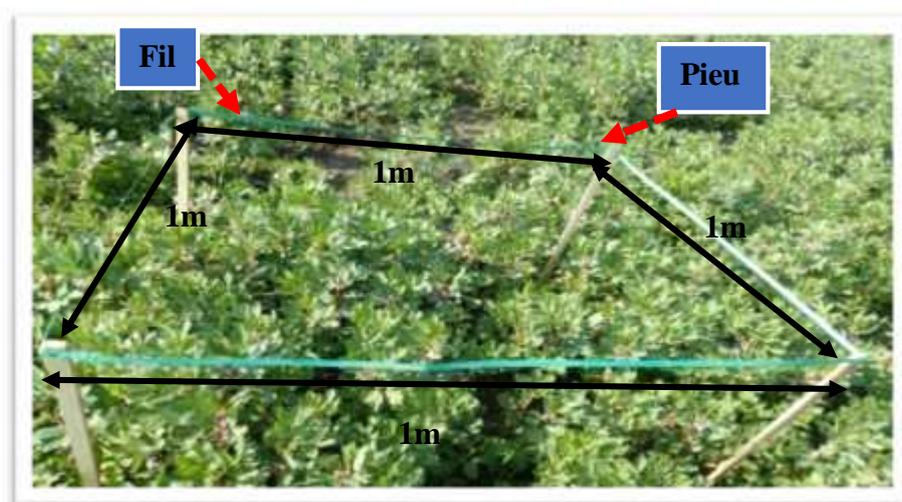


Figure 16. Quadrat pour l'observation et le comptage des insectes butineurs (photo personnelle).

2.2. Le poirier

Les sorties sont menées en pleine floraison durant 08 jours : 10/IV/2019, 11/IV/2019, 13/IV/2019, 15/IV/2019, 16/IV/2019, 19/IV/2019, 20/IV/2019 et le 21/IV/2019. La période de floraison a été caractérisée par de bonnes conditions ($T = 22,48 \pm 4,47$; $HR = 34,24$ %) (voir annexe).

La méthode de comptage appliquée est celle du transect adapté aux cultures fruitières (Jacob-Remacle 1989). Un transect (fig.17) de 250 m de long est délimité, il est divisé en 5 transects partiels et alternés d'une longueur de 50 m. Chaque transect partiel comporte 11 arbres.

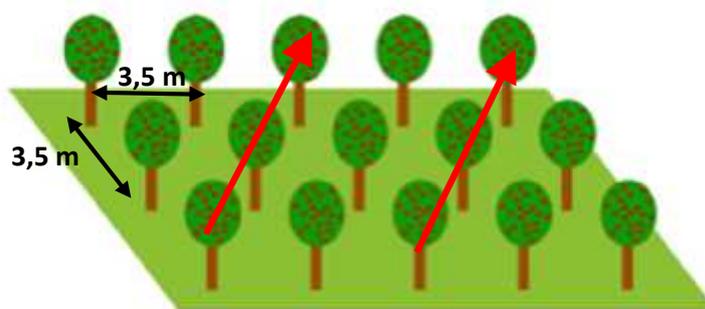


Figure 17. Disposition du transect pour l'observation et le comptage des insectes sur le poirier.

Huit comptages sont effectués durant la journée : (9h-10h, 10h-11h, 11h-12h, 12h-13h, 13h-14h, 14h-15h, 15h-16h, 16h-17h) (GMT + 1). Chaque transect est parcouru pendant environ une dizaine de minutes à raison d'environ une minute par arbre.

Les insectes butineurs présents sur les fleurs sont comptabilisés (une seule visite est comptabilisée par spécimen). Les spécimens non reconnus à vue sont capturés (tubes en plastique) puis identifiés en laboratoire. Les papillons sont capturés au moyen d'un filet à papillon et placés dans des papillotes.

3. Détermination du comportement de butinage des insectes

- Sur la féverole, le comportement de butinage des deux espèces les plus abondantes sur la plante à savoir l'abeille domestique et l'Apidae sauvage *Eucera numida* a été étudié en mesurant les paramètres suivants :

- ✓ La vitesse de butinage (nombre de fleurs visitées /min) (50 individus /butineur),
 - ✓ Le type de visite (positif ou négatif),
 - ✓ L'objet de visite (récolte de pollen, de nectar ou des deux produits ensemble).
- Sur le poirier et pour le butineur le plus abondant (l'abeille domestique), l'observateur dans la mesure de possible note le type de visite (positive ou négative = contact ou non avec le stigmate) ainsi que l'objet de visite de l'insecte (récolte de pollen, de nectar ou les deux produits ensemble). En dehors des heures de comptage, les paramètres suivants sont également mesurés :

La vitesse de butinage (nombre de fleurs visitées /min) (50 individus sont considérés /butineur),

Le nombre de fleurs visités par arbre depuis l'arrivée de l'insecte sur l'arbre jusqu'à son départ,

Les déplacements de l'insecte sur les arbres et entre les rangées.

4. Effet de la pollinisation entomophile sur le rendement de la plante

Pour étudier l'effet de la pollinisation entomophile sur le rendement grainier de la fève, 25 inflorescences (boutons floraux) sont couvertes de tulle pour empêcher l'accès des pollinisateurs (fig.18). Lorsque les fleurs sont complètement fanées, le tulle est retiré et le nombre de gousses formées ainsi que le nombre de gousses chutées sont comptabilisés à la nouaison. Le poids moyen de la graine, les nombres de graines/gousse, de graines avortées et de graines ridées sont également mesurés.



Figure 18. Photo d'une inflorescence couverte de tulle (photo personnelle).

Sur le poirier, 25 inflorescences (boutons floraux) sont couvertes de tulle (fig.19). Une fois les fleurs fanées, le tulle est retiré et le nombre de fruits formés (à la nouaison) est comptabilisé.



Figure 19. Photos des inflorescences couvertes de tulle (photo personnelle).

5. Identification des insectes butineurs et de la flore spontanée

Les insectes butineurs rencontrés sur les deux cultures sont identifiés au moyen d'une loupe binoculaire et de diverses clés d'identification. Les espèces végétales visitées par les butineurs parallèlement aux deux plantes ont été identifiées au moyen d'ouvrages tels que Beninston (1984), Geoff Burnie *et al.*, 2005 et au moyen d'une application « PlantNet Identification Plante ».

Les spécimens identifiés et étiquetés sont conservés dans des boîtes de collection au niveau du laboratoire.

6. Analyse statistique des données

Pour comparer les paramètres du rendement en autopollinisation et en pollinisation libre, le test statistique de Student (test t) est utilisé pour comparer le nombre moyen de graines/gousse et le poids moyen de 10 graines. Le test de l'écart réduit (test Z ou) est utilisé pour comparer les pourcentages de gousses chutées, de graines ridées et de graines avortées sur la féverole ainsi que le pourcentage de fruits formés à la nouaison sur le poirier.

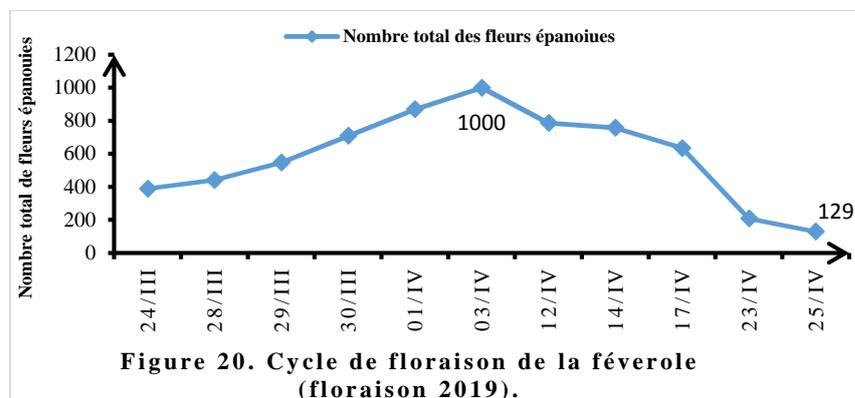
CHAPITRE III
RESULTATS

1. La fève (*Vicia faba* L. minor)

1.1. Floraison de la plante

La période de floraison de la fève s'est étalée sur 36 jours. Elle a débuté le 20/03/2019 et s'est achevée le 25/04/2019. La floraison s'échelonne du bas vers le haut. En moyenne, un plant comporte 10 inflorescences et chaque inflorescence regroupe en moyenne 5 fleurs.

La floraison de la fève évolue progressivement et atteint un pic le 03 avril (1000 fleurs épanouies) puis elle décline progressivement en se terminant le 25 avril (fig.20).



1.2 Diversité et densité des insectes butineurs sur la fève

L'étude réalisée pendant la période de floraison de la fève a montré que les insectes butineurs de la plante appartiennent à quatre ordres : Hyménoptères, Diptères, Coléoptères et Lépidoptères.

L'ordre des Hyménoptères est le plus abondant avec 93,29 % des visites enregistrées (fig.21). Ces derniers sont représentés par deux super familles : les Apoïdea avec trois familles (Apidae, Megachilidae et Halictidae) et les vespoïdea avec une seule famille (vespidae). La famille des Apidae est la mieux représentée avec six espèces ; à savoir *Apis mellifera* (L.1758), *Eucera numida* (Lepeletier, 1841), *Eucera eucnemidea* (Dours, 1873), *Bombus terrestris* (L. 1758) et *Xylocopa violacea* (L. 1758). L'abeille domestique est le principal visiteur sur la plante avec 58,33 % des visites observées et une densité moyenne/100 fleurs de 16 individus. Les densités des visites par 100 fleurs des autres Apidae sont moins abondantes (tab.5).

Les Megachilidae et les Halictidae sont très peu fréquents, ils sont représentés respectivement par *Megachile ericetorum* (Lepeletier, 1841), *Megachile parietina* (Geoffroy, 1785), *Rhodanthidium siculum* (Spinola, 1838) et *Lasioglossum aegyptiellum* (Curtis, 1833). Les visites des Vespoïdea, représentés par seule famille celle des Vespidae, sont occasionnelles.

Les Lépidoptères avec 4,03 % des visites (fig.21) sont représentés par la famille des Pieridae avec trois espèces, *Pieris brassicae* (L. 1758), *Pieris rapae* (L. 1758) et *Pyronia tithonus* (L. 1758) (tab.5). Chez les Diptères qui ont enregistré 2,05 % de visites (fig.21), on retrouve comme espèce *Eristalis tenax* (Latreille, 1804). Quant aux Coléoptères (0,63 % de visites enregistrées), ils sont représentés par les Coccinellidae avec *Coccinella septempunctata* (L. 1758) et *Adalia bipunctata* (L. 1758) (fig.21 ; tab.5).

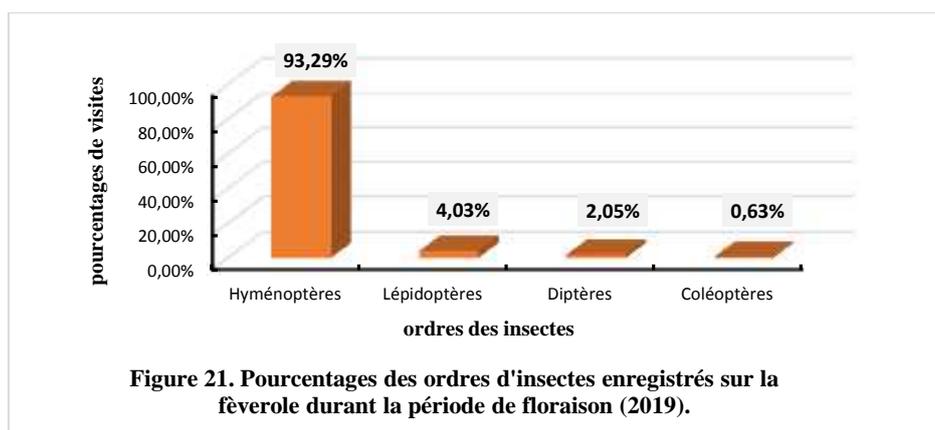


Tableau 5. Densités des insectes butineurs recensés sur la fêverole (*Vicia faba* L. minor) dans la région d'Ibn Ziad (floraison 2019).

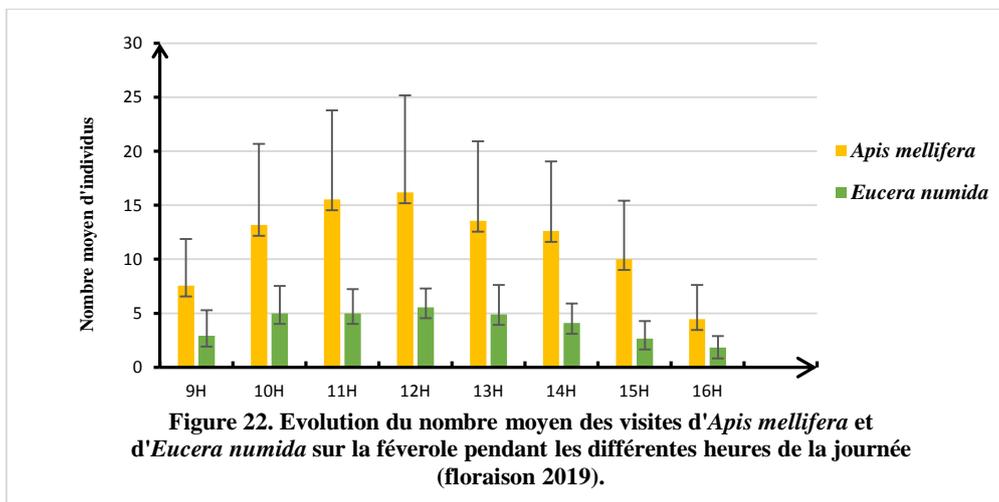
N = nombre de spécimens observés

Insectes visiteurs	N	%	Densité/100 fleurs
1-Hyménoptères			
a-Apoïdea			
*Apidae			
<i>Apis mellifera</i> (L. 1758)	1026	58,33	15,86
<i>Eucera numida</i> (L. 1841)	352	20,01	5,44
<i>Eucera eucnemidea</i> (Dours. 1873)	21	1,19	0,32
<i>Xylocopa violacea</i> (L. 1758)	80	4,55	1,23
<i>Bombus terrestris</i> (L. 1758)	124	7,05	1,92

* Megachilidae			
<i>Megachile ericetorum</i> (L. 1841)	7	0,40	0,11
<i>Megachile parietina</i> (Geoffroy. 1785)	5	0,28	0,08
<i>Rhodanthidium siculum</i> (S. 1838)	4	0,23	0,06
* Halictidae			
<i>Lasioglossum aegyptiellum</i> (Curtis. 1833)	4	0,23	0,06
b-Vespoidea			
*Vespidae (gn.sps indt)	18	1,02	0,28
Total	1641	93,29	25,36
2- Lépidoptères			
*Pieridae			
<i>Pieris brassicae</i> (L. 1758)	36	2,05	0,56
<i>Pieris rapae</i> (L. 1758)	21	1,19	0,32
<i>Pyronia tithonus</i> (L. 1758)	14	0,79	0,22
Total	71	4,03	1,10
3-Diptères			
*Syrphidae			
<i>Eristalis tenax</i> (Latreille, 1804)	3	0,18	0,04
<i>Eristalis sps</i>	5	0,28	0,08
<i>Sphaerophoria sp</i>	4	0,23	0,06
*Tabanidae			
<i>Tabanus sps</i>	24	1,36	0,38
Total	36	2,05	0,56
4-Coléoptères			
*Coccinellidae			
<i>Coccinella septempunctata</i> (L. 1758)	6	0,34	0,09
<i>Adalia bipunctata</i> (L. 1758)	5	0,29	0,08
Total	11	0,63	0,17
Total final	1759	100	27,19

1.3. Activité journalière de l'abeille domestique et d'*Eucera numida* sur la fèveole

Selon la figure 22, l'activité de l'abeille domestique et d'*Eucera numida* est plus intense dans la matinée surtout à 11h et à 12h, puis les visites diminuent progressivement jusqu'en fin de journée.



1.4. Comportement de butinage des abeilles sur la fèveole

Selon le tableau 38,88 % des visites de l'abeille domestique sont consacrés à la récolte de pollen et 57% à la collecte de nectar en visite négative. 42% seulement de ses visites peuvent être pollinisantes. Quant à *E.numida*, elle a consacré ses visites à la récolte de nectar et du pollen, soit 56% et 44% respectivement et toutes ses visites sont potentiellement fécondantes.

Eucera numida a visité en moyenne 06 fleurs/min, les visites de l'abeille domestique sont un peu moins fréquentes, soit 05 fleurs/min (tab 7).

Tableau 6. Produits floraux récoltés et proportions des visites pollinisantes d'*Apis mellifera* et d'*Eucera numida* sur les fleurs de la féverole.

N = nombre total de spécimens observés ; P = pollen ; N = nectar ; (+) = positif ; (-) = négatif

Produits floraux	<i>Apis mellifera</i>		<i>Eucera numida</i>	
	N = 661		N = 224	
	257	38,88 %	98	43,75 %
	00	00 %	126	56,25 %
	380	57,48 %	00	00 %
	24	3,63 %	00	00 %
Pourcentages des visites positives	42,51 %		100 %	

Tableau 7. Vitesse de butinage (Nbre de fleurs visitées/min) de l'abeille domestique et d'*Eucera numida* sur la féverole (floraison 2019).

Espèces	<i>Apis mellifera</i>	<i>Eucera numida</i>
Nombre de spécimens	50	50
Vitesse de butinage	4,66 ± 0,97	5,74 ± 1,29

Parallèlement à la féverole, *E.numida* a visité plusieurs plantes spontanées présentes aux alentours dont *Glebionis segetum* L, *Borago officinalis* L, *Silybum marianum* L, *Anethum graveolens* L. De même, l'abeille domestique a butiné quelques fleurs spontanées notamment *Papaver rhoeas* L, *Hedysarum coronarium* L, *Sinapis arvensis* L, *Centaurea jacea* L. Ses visites ont lieu surtout en fin d'après-midi à partir de 15h.

1.5. Recherche alimentaire des abeilles

Pour l'abeille domestique (fig.23, a), les proportions de collecte de pollen les plus élevées sont enregistrées entre 11h à 13h, le nectar est prélevé à toutes les heures de la journée et on enregistre sa plus grande collecte dans l'après-midi (entre 14h et 16h). Les deux produits ensemble sont surtout récoltés à 11h. Les visites florales d'*Eucera numida* (fig.23, b) concernent principalement la récolte du nectar à partir du 11h jusqu'à 16h ; les proportions de collecte les

plus élevées sont enregistrées entre 13h et 16h. Le pollen est surtout prélevé dans la matinée (9h et 10h).

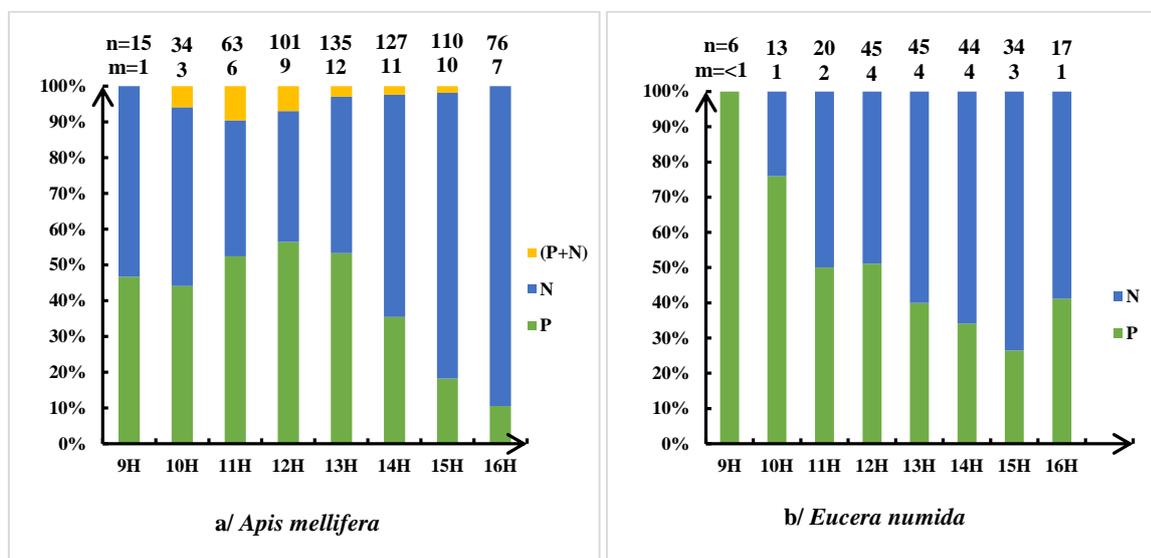


Figure 23. Pourcentages des produits floraux récoltés par *Apis mellifera* (a) et *Eucera numida* (b) sur la féverole aux différentes heures de la journée (floraison de 2019) (**n**=nombre total de spécimens observés ; **m**=nombre moyen de spécimens observés).

1.6. Effet de la pollinisation croisée sur le rendement de la féverole

Il ressort du tableau 8 que le rendement de la féverole est plus élevé en présence qu'en absence de pollinisateurs. Ainsi, le pourcentage de gousses formées (55%) à partir des fleurs non couvertes est supérieur à celui obtenu sur les inflorescences ensachées (29%) ($\chi^2 = 2,56$; $p=0,05$). Le nombre moyen de graines/gousse en pollinisation libre (3) est un peu plus élevé que celui obtenu en autopolinisation (2) (tab.8) mais le test statistique (test de Student) indique une différence significative ($t = 7,63$; p (risque d'erreur) = 0,01). Les nombres moyens de gousses et de graines par inflorescence sont aussi significativement plus élevés en pollinisation libre (respectivement $2,72 \pm 0,76$ et $8,40 \pm 1,78$) qu'en autopolinisation (respectivement $1,40 \pm 1,28$ et $2,8 \pm 3,86$) ($t = 4,44$; $p = 0,0001$ et $t = 6,58$; $p = 0,0001$).

Le pourcentage de gousses chutées (34 %) est plus élevé en autopolinisation en comparaison avec la pollinisation libre (25%) (tab.8), cependant le test statistique n'indique pas de différence significative ($\chi^2 = 0,77$; $P > 0,05$). Les gousses des fleurs ensachées ont donné un pourcentage de graines avortées (6%) et ridées (14%) supérieur à celui des gousses issues des fleurs libres respectivement 1,36% et 3,18% (tab.8) mais les tests statistiques ne montrent pas de différence significative (respectivement $\chi^2 = 0,31$ et $0,76$; $p > 0,05$).

Le poids moyen, de 10 graines, obtenu en pollinisation libre ($10,10 \pm 0,94$) est significativement plus élevé que celui obtenu en autopolinisation ($6,29 \pm 1,11$) ($t=8,13$; $p=0,01$) (tab.8).

Tableau 8. Paramètres du rendement de la féverole en autopolinisation et en pollinisation libre (floraison 2019).

Traitements	Autopolinisation		Pollinisation libre	
Nombre de fleurs (25 inflorescences)	122		121	
Nbre de gousses formées	35	28,68 %	68	55,28 %
Nbre de gousses chutées	41	33,60 %	31	25,20%
Nbre moyen de graines/gousse	$2,00 \pm 0,64$		$3,09 \pm 0,71$	
Nbre de graines ridées	12	13,95 %	7	3,18 %
Nbre de graines avortées	5	5,81 %	3	1,36 %
Poids moyen de 10 graines	$6,29 \pm 1,11$		$10,10 \pm 0,94$	

2. Le poirier (*Pyrus communis L*)

2.1 Floraison de l'arbre

La floraison du poirier a débuté le 10/IV/2019 et s'est terminée le 21/IV/2019, elle a duré seulement 11 jours.

2.2 Diversité des insectes butineurs du poirier

Durant la période de floraison de l'arbre, 03 ordres ont été recensés sur les fleurs : Hyménoptères, Lépidoptères et Diptères (tab.9). Les Hyménoptères sont les plus abondants avec un pourcentage de visites de 99 %. Cet ordre est présent avec deux super familles : Apoïdea et Vespoïdea. Les Apoïdea sont représentés par deux familles les Apidae et les Megachilidae. L'abeille domestique (*Apis mellifera*), est le principal butineur sur les fleurs avec un pourcentage de visites de 97,22. Les autres apoïdes présents avec des visites occasionnelles sont *Bombus terrestris*, *Eucera eucnemidea* et le Megachilidae *Coelioxys aurolimbata* (Förester 1830). Les Vespoïdes sont représentés par la famille des Vespidae et sont aussi faiblement présents.

Les lépidoptères (tab.9) sont représentés par trois familles et quatre espèces : *Pararge aegeria* (L, 1758) et *Maniola jurtina* (L, 1758) (Nymphalidae), *Iphiclides podalirius* (L, 1758) de la famille des Papilionidae et *Pieris rapae* (L, 1758) (Pieridae). Les Diptères sont aussi représentés par trois familles : Calliphoridae, Sarcophagidae et Tabanidae (tab.9).

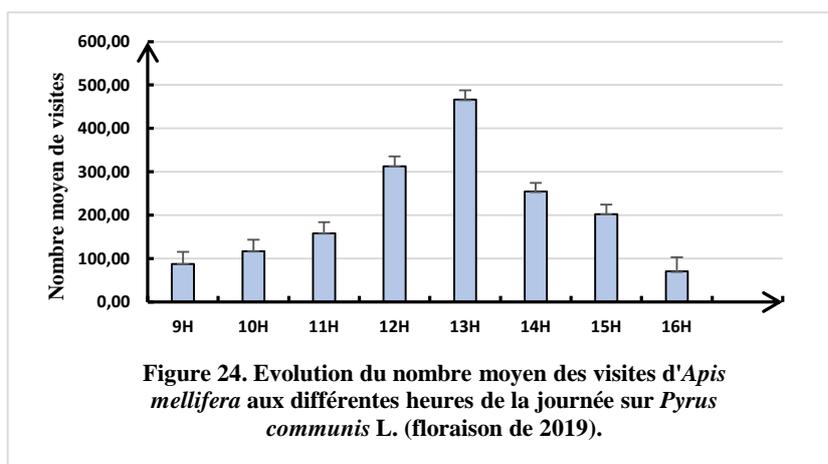
Tableau 9. Insectes butineurs recensés sur le poirier dans la région de Hamma Bouziane durant la floraison de 2019.

Insectes butineurs	Nombre total d'individus	%
1-Hyménoptères		
a-Apoïdea		
*Apidae		
<i>Apis mellifera</i> (L, 1758)	13353	97,22
<i>Eucera eucnemidea</i> (Dours. 1873)	14	0,10
<i>Bombus terrestris</i> (L, 1758)	26	0,19
* Megachilidae		
<i>Coelioxys aurolimbata</i> (Förester, 1830)	19	0,14
b-Vespoidea		
*Vespidae	159	1,16
Total	13571	98,81
2- Lépidoptères		
*Papilionidae		
<i>Iphiclides podalirius</i> (L,1758)	23	0,17
*Pieridae		
<i>Pieris rapae</i> (L, 1758)	15	0,11
*Nymphalidae		
<i>Pararge aegeria</i> (L, 1758)	48	0,35
<i>Maniola jurtina</i> (L, 1758)	12	0,08
Total	98	0,71

3-Diptères		
*Calliphoridae		
<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)	22	0,16
<i>Calliphora sp</i>	9	0,07
*Sarcophagidae		
<i>Sarcophaga sp</i>	18	0,13
*Tabanidae		
<i>Tabanus sp</i>	17	0,12
Total	66	0,48
Total final	13735	100

2.3. Activité journalière de l'abeille domestique (*Apis mellifera*)

Les données de la figure 24 indiquent que les visites de l'abeille domestique sur les fleurs du poirier commencent à s'intensifier à partir de 10 h pour atteindre un pic à 13h, puis les visites diminuent progressivement et deviennent rares à partir de 16h.



2.4. Comportement de butinage et activité pollinisatrice de l'abeille domestique

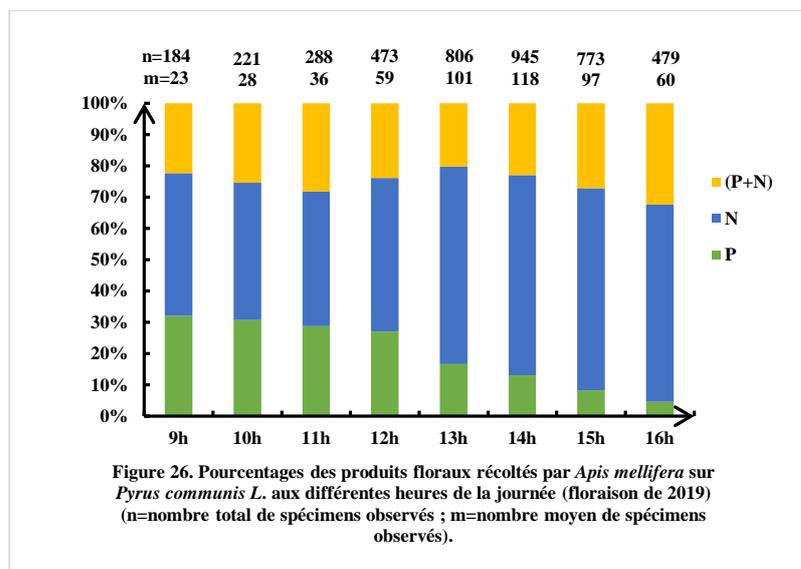
La plupart des visites de l'abeille domestique sont consacrées à la récolte de nectar avec un pourcentage de 59%, dont seulement 1% en visites négatives (sans contact avec les organes reproducteurs). 25 % des visites de l'abeille sont consacrées à la récolte des deux produits ensemble et 16% à la collecte de pollen (tab.10). Environ 100% des visites de l'abeille peuvent être pollinisantes.

Tableau 10. Produits floraux récoltés par *Apis mellifera* sur le poirier (floraison 2019).

N = nombre de visite observée ; P = pollen ; N = nectar ; (+) : positif ; (-) : négatif.

Produits floraux	N	%
N	682	16,36
N + P	2410	57,81
P	41	0,98
(+)	1036	24,85
Total des visites positives	4128	99,02

Le produit floral le plus récolté est comme cité plus haut le nectar, ce dernier est surtout collecté dans l’après-midi entre 13h à 16h. Le pollen est surtout récolté dans la matinée et l’ensemble des deux produits à toute heure de la journée (fig.26).



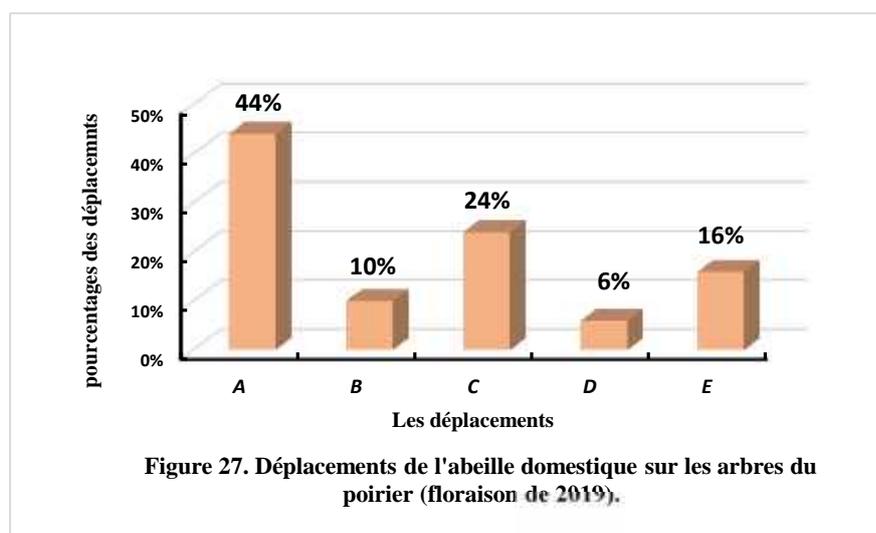
Concernant la vitesse de butinage de l’abeille domestique sur les fleurs du poirier, on a remarqué que l’abeille visite en moyenne 08 fleurs par minute et en moyenne 14 fleurs/arbre (tab.11)

Tableau 11. Comportement de butinage d'*Apis mellifera* sur *Pyrus communis* L pendant la floraison de 2019.

Nombre de spécimens observés	Nbre moy flr/min	Nbre moy flr/arbre
50	7,64 ± 1,63	13,60 ± 3,04

2.5. Mouvements de l'abeille domestique entre les arbres

L'observation des déplacements de l'abeille domestique sur les arbres et sur les rangées du poirier a montré que les déplacements de l'abeille (44 %) sont plus fréquents sur les arbres voisins de la même rangée et qui sont distants de 3,5 mètres. Les déplacements (24 %) sur les arbres adjacents de rangée différente (distants de 3,5 mètres aussi), ainsi que les déplacements égaux ou supérieurs à 10 mètres (16 %) (Vols longs) sont assez fréquents (fig.27).



A = 1^{er} arbre voisin de la même rangée (distance = 3,5 m), **B** = 2^{ème} arbre voisin de la même rangée (distance = 7 m), **C** = arbre adjacents de rangée différente (distance = 3,5 m), **D** = arbre de rangée non adjacente (distance = 7 m), **E** = vols longs (distance à 10m)

2.6. Effet de la pollinisation entomophile sur le rendement en fruits du poirier

En absence de pollinisateurs (Autopollinisation), le pourcentage de fruits formés à la nouaison est de 44% alors qu'en présence d'insectes, le pourcentage de fruits formés est nettement plus

élevé (85%). En effet, le test statistique indique une différence significative ($t = 5,78$; $p = 0,05$) (tab.12).

Tableau 12. Pourcentages des fruits formés à la nouaison chez *Pyrus communis* L. en présence et en absence de pollinisateurs durant la floraison de 2019.

Traitements	Autopollinisation	Pollinisation libre
Nombre de fleurs	135	137
Nombre de fruits formés	59	117
% de fruits formés	43,70 %	85,40 %

*DISCUSSION
ET
CONCLUSION*

Les observations menées dans la région de Constantine sur la fève et le poirier pendant la floraison de 2019, ont permis de recenser quatre groupes d'insectes butineurs à savoir les Hyménoptères, les Diptères, les Lépidoptères et les Coléoptères. Ces derniers sont cependant absents sur le poirier.

L'abeille domestique est l'espèce la plus abondante avec 58,33 % et 97,22 % des visites enregistrées respectivement sur la fève et le poirier. Les visites des autres insectes sur les deux cultures sont peu fréquentes.

Sur *Vicia faba* L., les résultats de Benachour (2008) sur la variété majeure montre que l'abeille domestique vient en deuxième position en terme d'abondance et l'Apidae sauvage *Eucera numida* en première position.

Des travaux réalisés sur l'abricotier et sur le poirier à Constantine par Guettache (2011), ont montré que l'abeille domestique est le visiteur le plus abondant. De même les travaux de Bekkouche & Bouchama (2014) et Bezleghdir et Chaker (2016) sur le poirier ont montré que l'abeille domestique est aussi le visiteur le plus commun. En Belgique, Jacob-Remacle (1989), a constaté dans des vergers de pommier que l'abeille domestique est aussi le principal visiteur de l'arbre avec 90,80 % des visites observés. Les travaux effectués par Benachour & Louadi (2013) sur le prunier ont aussi montré que l'abeille domestique est le principal visiteur de l'arbre.

L'observation du comportement de butinage de *E. numida* et d'*A. mellifera* sur les fleurs de la fève montre que l'eucère effectue toujours un butinage positif quel que soit le produit récolté, et donc toutes ses visites peuvent être fécondantes. Chez l'abeille domestique, la proportion de butinage positif est en moyenne de 42,51 %. La récolte du nectar correspond toujours à 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). Les deux abeilles n'ont pas été fidèles à la fève durant sa floraison puisqu'elles ont visité plusieurs fleurs sauvages présentes aux abords de la culture.

Sur le poirier, l'abeille domestique a réalisé 99 % de visites potentiellement fécondantes. Plusieurs travaux ont en effet montré que plus de la moitié des visites de l'abeille sur différentes rosaceae fruitières sont positives et peuvent donc être fécondantes, nous citons ceux de Bekkouche & Bouchama (2014) et Bezleghdir et Chaker (2016) sur le poirier (entre 80 et 90%),

Guettache (2011) sur le poirier (97 %), Jacob-Remacle (1989) sur le pommier (64 %), Yamada et al., (1971) sur le prunier (59 %) et Benachour & Laouadi (2013) sur le prunier (91 %).

Les visites des abeilles sur les fleurs sont généralement synchronisées avec la production de pollen et la sécrétion de nectar au cours de la journée. Nos résultats ont montré que les visites de l'abeille domestique sur les deux cultures sont plus intenses entre 10h et 15h ; nous observons ainsi un pic d'abondance à 12 h sur la féverole et à 13h sur le poirier. Guettache (2011) note un pic d'abondance à 11h sur le poirier et à 15h sur l'abricotier. Calzoni & Speranza (1997) notent également une intensité des visites de l'abeille à ces heures ci de la journée. Brittain (1933) a observé que le butinage de l'abeille domestique sur le pommier est abondant dans la matinée à 9h.

L'efficacité pollinisatrice des abeilles peut être mesurée par le nombre de fleurs visitées par minute. Ainsi, sur la féverole, le taux de visites de l'abeille domestique sur les fleurs est en moyenne de 5 fleurs par minute contre 6 pour *Eucera numida*.

Sur le poirier, l'abeille domestique a visité en moyenne 8 fleurs par minute, le nombre de fleurs visitées par arbre est en moyenne de 14. Sur le pommier, Vicens & Bosch (2000) ont constaté que l'abeille domestique visite en moyenne 6 fleurs par arbre, alors que Benachour & Laouadi (2013) ont constaté sur le prunier que l'abeille visite en moyenne 27 fleurs par arbre ; un nombre élevé de fleurs visitées par l'abeille sur le même arbre peut entraîner un dépôt important du pollen incompatible sur son corps masquant ainsi le pollen compatible dans le cas où des cultivars autostériles sont plantés.

Les mouvements de l'abeille domestique entre les arbres du poirier sont importants et déterminent son efficacité pollinisatrice. Nos observations ont montré que l'abeille domestique a effectué plus de déplacements sur les arbres voisins de la même rangée en comparaison avec les autres déplacements ; ceci est dû probablement à la distance, plus courte, qui les sépare ; les abeilles cherchent en effet à minimiser leur énergie lors de leurs déplacements. Les observations de Vicens & Bosch (2000) sur le pommier et de Benachour & Louadi (2013) sur le prunier confortent les nôtres.

La présence d'insectes pollinisateurs contribue à l'amélioration de la production de *Vicia faba*. Nos résultats ont montré que le poids des graines, le nombre de gousses et le nombre de graines obtenus en pollinisation croisée sont plus élevés que ceux obtenus par autogamie.

Des résultats concordants ont été aussi obtenus par Pritsch (1971), Pinzauti & Frediani (1979), Prabucki et al. (1987), Varis & Brax (1990), Koltowski (1996) et Benachour *et al.*, (2007).

Concernant l'effet de la pollinisation croisée sur le rendement en fruits du poirier, les pourcentages de fruits obtenus à la nouaison sont plus élevés que ceux obtenus en autopolinisation. Nos résultats corroborent ceux de Bekkouche & Bouchama 2014 et Bezleghdir & Chaker 2016 sur le même arbre. De même ceux de Benachour & Louadi (2013) sur le prunier.

En conclusion, l'abeille domestique *Apis mellifera* et l'abeille sauvage *Eucera numida* sont les pollinisateurs les plus importants sur la féverole (*Vicia faba* L. minor). Sur le poirier (*Pyrus communis* L.), l'abeille domestique reste aussi le principal pollinisateur ; donc la présence des ruches d'abeilles domestiques dans les champs de fève ou les vergers de poires est très importante afin d'augmenter la production et améliorer le rendement.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- **AGUIB S., 2014** - Biogéographie et Monographie des Megachilidae (Hymenoptera : Apoidea) dans le Nord Est Algérien. Thèse de doctorat en Entomologie, Université. Mentouri, Constantine : 211 p.
- **ALFKEN J.D., 1914** - Beitrag zur Kenntnis der Bienenfauna von Algerien. *Mémoire de la Société Entomologique de Belgique* **22** (5-IV) : 185-237 p.
- **AOUAR-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. 684 p.
- **BEKHOUCHE M, BOUCHAMA A., 2014** – Inventaire des insectes butineurs et comportement de butinage de l'abeille domestique (Hymenoptera : Apoidea) sur deux rosacées fruitières, le pommier (*Malus communis* L.) et le prunier (*Prunus salicina* Lindl) en région de Constantine. Mémoire présentée en vue de l'obtention du diplôme de master en filière biologie animale : Université Mentouri Constantine : 54p.
- **BEZLEGHDIR Y, CHAKER O., 2016** – Comportement de butinage de l'abeille domestique sur deux rosacées fruitiers (poirier et nectarinier) dans la région de Constantine. Mémoire présentée en vue de l'obtention du diplôme de master en filière biologie animale : Université Mentouri Constantine : 50p.
- **BENACHOUR K., LOUADI K. ET TERZO M., 2007** - Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenoptera : Apoidea) dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba* var. *major*) en région de Constantine, Algérie. -*Annls Soc. ent. Fr.* **43** (2) : 213-219 p.
- **BENACHOUR & 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.
- **BENISTON M.TW.S., 1984** - Les fleurs d'Algérie. Ed. Entreprise Nationale du Livre Alger : 359p.
- **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. 185-198 p. Ed Tec et Doc Lavosier.
- **BRITTAIN W.H., 1933** – Apple pollination studies in the Annapolis Valley, NS, Canada. Dominion of Canada, Dept. Agric. Bull. (new series), vol. 162-198 p.
- **BRUNEAU., PIERRE., 1991** - L’impact urbain du redéploiement spatial de l’activité sociale au Québec : l’exemple des villes moyennes. Géographie sociale, 10 : 127-132
- **CALZONI G.L., SPERANZA., 1997** – Insect controlled pollination in Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.). Scientia Hort (72) : 227-237 p.
- **CANE, J. H., AND S. SIPES., 2006** - Floral specialization by bees: analytical methodologies and a revised lexicon for oligolecty. 99-122 p.
- **CHOUAKI S, BESSEDIK F, CHEBOUTI A., 2006** - Deuxième rapport national sur l’état des ressources phytogénétiques, Institut national de la Recherche Agronomique d’Algérie-INRA, 30 p
- **DECKERS, SCHOOF., 2005** - Evaluation des mesures concernant les pêches, les nectarines et les poires, 1p
- **DELAPLANE K.S & MAYER D.F., 2000** - Crop pollination by bees. CABI Publishing, Wallingford, UK and New York. 344 p.
- **ENGEL M.S., 2001** - A monograph of the balticamberbees and evolution of the apoidea (hymenoptere). bullin of the natural American museum of natural history. 259-192 p
- **ESPIARD., 2002** - Evaluation des mesures concernant les pêches, les nectarines et les poires, 1p
- **GADOUM S, MICHAEL T, ET PIERRE R., 2007** -jachères apicoles et jachères fleuries : la biodiversité au menu de quelles abeilles.
- **GALLAI N, J M. SALLES B.E, VAISSIERE., 2009** – Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological Economics, (68) 3 : 810-821 p
- **GALLAIS A, BANNEROT H., 1992** - Amélioration des espèces cultivées : objectifs et critères de sélection. INRA édition. 31-32 p.
- **GAUSSEN H, LEROY J, OZENDA., 1982** - Précis de Botanique, p2. – Paris
- **GEOFF BURNIE, SUE FORRESTER, DENISE GREIG., 2005** – Botanica : Encyclopédie de botanique et d’horticulture – plus de 10000 plante du monde entier.
- **GUETTACHE Z., 2011** - comportement de butinage de l’abeille domestique (Hymenoptera : Apoidea) sur deux rosaceae fruitières (*prunus armenica* L et *Pyrus*

communis L) dans la région de Constantine et contribution à l'étude des insectes Hymenoptera Apoidea de la flore sauvage de la région d'Ain m'lila (Oum Elbouaghi). Mémoire présente en vue de l'obtention du diplôme de master en entomologie. 22p.

- **JACOB-REMACLE., 1989** - Relation plantes-abeilles solitaires en milieu urbain : l'exemple de la ville de Liège. Comptes rendus du symposium "Invertébrés de Belgique", Bruxelles, 387-394 p.
- **LOUADI K. ET DOUMANDJI S., 1998** - Diversité et activité de butinage des abeilles (*Hymenoptera:Apoidea*) dans une pelouse à Thérophytes de Constantine (Algérie). *The Canadian Entomologist*, **130** : 691-702 p.
- **LOUADI K., 1999** - Contribution à la connaissance des genres *Halictus* et *Lasioglossum* de la région de Constantine (Algérie) (Hymenoptera, Apoidea, Halictidae). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 104 (2) : 141-144 p.
- **LOUADI K., BENACHOUR K. ET BERCHI S., 2007** - Floral visitation patterns during spring in, Constantine, Algeria. *African Entomology*, 15 (1) : 209 – 213 p.
- **LUCAS H., 1849** - Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841,1842. Sciences physiques, Zoologie IV. Paris : Imprimerie Nationale, 14-19 p.
- **MAATOUGUI A, ACHERKOUK M, MAHYOU H., 2006** - Ecosysteme pastoral de la commune rurale de Maatarka : ^ ecologie, productivite et etat de degradation. In : Maatougui A, Tiedeman J, eds. Gestion durable des ressources agropastorales de base dans le Maghreb. Compte rendu de l'atelier final, 21-23 novembre 2005, Oujda, Maroc. Alep (Syrie) : ICARDA.
- **MATHILDE B., 2011** - Plantes et pollinisateurs, 63 p
- **MBAIKOUA M N., 2015** - notions sur la pollinisation des cultures par les abeilles fr. doc 20160415 regional training central 8. 17 p
- **MC GREGOR, S.E., 1976** - Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. Agricultural Handbook No.495, USDA-ARS, U.S. Gov. Print, Office, Washington, DC, 411 p.
- **MICHENER C.D., 2000** - The bees of the world. (1 nd edition). The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. XVI. 807 p.
- **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) : 719-733 p

- **NUESSLY GS, HENTZ MG, BEIRIGER R, SCULLY BT., 2004** - Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (*fabales* : *fabaceae*). In southern Florida. Florida entomologist. 87(2) : 204-211 p.
- **PAYETTE., 2004** - abeilles indigènes : connaître recruter plus de pollinisation. Journée horticoles régionale de St-Rémi, insectarium de Montréal : 13-18 p.
- **PESSON P ET LOUVEAUX J., 1984** - Pollinisation et production végétale Ed Imp. France, 32-35 p.
- **PHILLIPE J M., 1991.** *La pollinisation par les abeilles.* Edisud, 172 p.
- **PIERRE J, SUSO 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. Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S), 1999, 35 (suppl.) : 312-318 p.
- **PINZAUTI M., FREDIANI D., 1979** - Effetto dell'impollinazione entomofila sulla produttività del favino (*Vicia faba* L. minor). *Apicoltura Moderna* : 107-113.
- **POUVREAU A., 2004** - *Les insectes pollinisateurs.* Delachaux&Niestlé, 157 p.
- **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.*
- **SAPIN P., 1978** - Arboriculture fruitière en Algérie. Pommier, Poirier. INA.EL HARRACH. P 27- 46 p.
- **SCHEUHL E., 1995** - *Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs.* Band I- Anthophoridae, 150p.
- **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** - Biosystématique des Apoidea (abeilles domestiques et abeilles sauvages) dans quelques stations de la partie orientale de la Mitidja. Thèse de Magister, I N A d'El harrach Alger (Algérie), 225 p.
- **VAISSIERE B., 2002** - Abeilles et pollinisation. *Le courrier de la Nature* 196, *Spécial Abeilles* : 24-27 p.
- **VAISSIERE B., 2005** - Abeille, pollinisation et biodiversité. *Abeille & Cie*, 106, 12 p.
- **VANDERPLANCK M., 2009** – Métabolisme stérolique de deux espèces d'abeilles solitaires spécialistes sur saule. Mémoire de fin d'études. univ Mons-Hainaut ,78 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- **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 : 45-49p.
- **VICENS N, BOSCH J., 2000** – Weather-Dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera : Megachilidae and Apidae). *Environmental Entomology* 29 : 413-420 p.
- **YAMADA M, OYAMA N, SEKITA N, SHIRASAKI S, TSUGAWA C., 1971** – The ecology of the mega-chilid bee *Osmia cornifrons* and its utilization for apple pollination. *Bull Aomori Apple Exp Stn* 15 : 1-80 p
- **ZAGHOUANE O., 1991** - The situation of faba bean (*Vicia fabal* L.) in Algeria. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires* 10 : 123-125 p.

ANNEXES

Annexe 1. Quelques photos sur la féverole da la région de Constantine pendant la période d'étude Mars - Avril 2019 (photos personnelles)



Plante de la féverole



Les boutons floraux sur la féverole



Fleur de la féverole



Transformation de la fleur en gousse



Gousse de féverole

Annexe 2. Quelques photos sur le poirier dans la région de Constantine pendant la période d'étude Avril 2019 (photos personnelles).



Boutons floraux du poirier



Fleur de poirier



Fleur fanée



Transformation de la fleur en fruit



Arbres en fin floraison



Méthode utilisée dans l'échantillonnage

Annexe 3

Tableau 1. Valeurs moyennes des variables climatiques enregistrées durant les périodes de floraison (<https://www.lachainemeteo.com/meteo-algerie>).

	Date des sorties	Température (°C)	Humidité (%)	Vitesse de vent (Km/h)	Précipitations (%)
Février	24/III/2019	17,33	63,44	14,44	00
	28/III/2019	17,44	68,44	14,22	00
	29/III/2019	16,88	45,88	10,11	00
	30/III/2019	18	44,55	9	00
	01/IV/2019	17,33	63,44	14,44	00
	03/IV/2019	18,33	45,11	8,77	00
	12/IV/2019	12,55	62,88	21,88	00
	14/IV/2019	17,77	35,33	15,44	00
	17/IV/2019	21,66	50,66	7,22	00
	23/IV/2019	20,11	41,00	11,44	00
	25/IV/2019	23,55	35,22	13,33	00
	Moyenne	18,27±2,83	50,54±11,48	12,75±4,10	00
Poirier	10/IV/2019	16,88	25,75	15,75	00
	11/IV/2019	17,44	24,38	15,00	00
	13/IV/2019	19,22	23,00	12,38	00
	15/IV/2019	21,66	34,13	15,88	00
	16/IV/2019	23,00	29,75	7,13	00
	19/IV/2019	25,88	30,22	7,22	00
	20/IV/2019	27,00	61,77	4,11	00
	21/IV/2019	28,77	44,88	6,88	00
	Moyenne	22,48±4,47	34,24±13,11	10,54±4,73	00

Tableau 2. Plantes spontanées présentes dans les alentours de la parcelle de féverole et du verger de poirier dans les stations d'Ibn Ziad et de Hamma Bouziane (floraison de 2019)

Familles	Espèces
Asteraceae	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>Silybum marianum</i> L ❖ <i>Scolymus hispanicus</i> L ❖ <i>Pallenis spinosa</i> L ❖ <i>Onopordum acanthium</i> L ❖ <i>Centaurea jacea</i> L ❖ <i>Centaurea aspera</i> L ❖ <i>Anacyclus clavatus</i> ❖ <i>Glebionis segetum</i> L
Malvaceae	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>Malva trimestris</i> L ❖ <i>Malva sylvestris</i> L
Brassicaceae	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>Sinapis arvensis</i> L
Boraginaceae	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>Borago officinalis</i> L ❖ <i>Echium vulgare</i> L
Papaveraceae	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>Papaver rhoeas</i> L
Apiaceae	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>Anethum graveolens</i> L ❖ <i>Ammi majus</i> L ❖ <i>Daucus carota</i> L
Fabaceae	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>Hedysarum coronarium</i> L

Photos (personnelles) de quelques plantes spontanées de la région de Constantine
pendant la période d'étude Mars - Avril 2019



Hedysarum coronarium L



Papaver rhoeas L



Sinapis arvensis L



Anacyclus clavatus



Anethum graveolens L



Ammi majus L



Borago officinalis L



Echium vulgare L



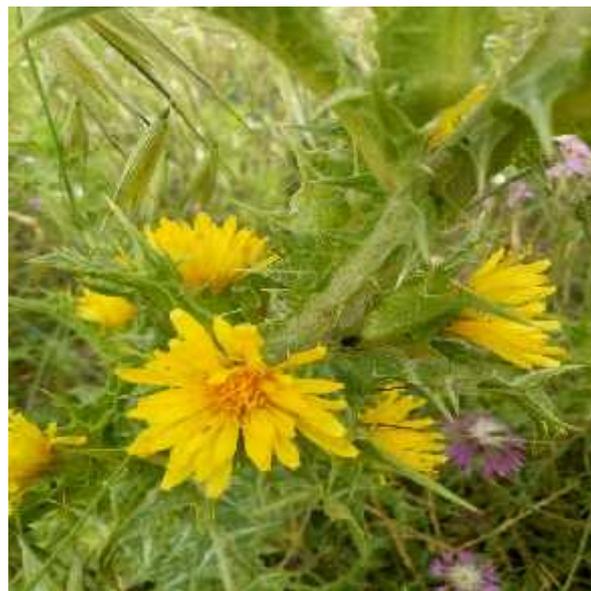
Malva trimestris L



Malva sylvestris L



Silyum marianum L



Scolymus hispanicus L



Pallenis spinosa L



Onopordum acanthium L



Centaurea jacea L

Quelques photos (personnelles) des insectes butineurs de la féverole et du poirier dans la région de Constantine pendant la période de floraison (Mars - Avril 2019)

HYMENOPTERES

APIDAE



Apis mellifera (L, 1758)



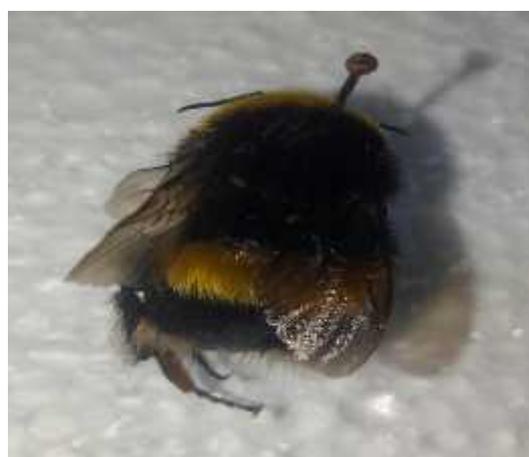
Xylocopa violacea (L. 1758)



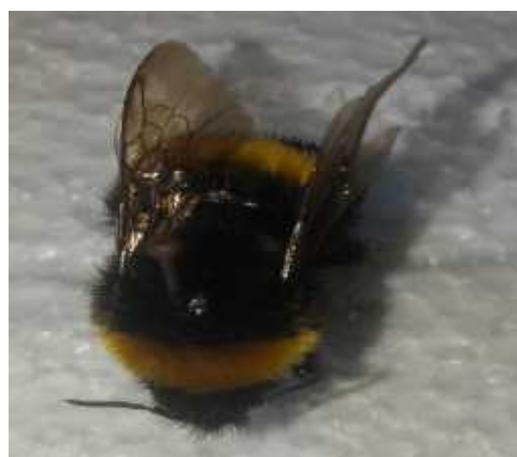
Eucera numida (L. 1841)



Eucera numida (L. 1841)



Bombus terrestris (L, 1758)





Eucera eucnemidea (Dours. 1873)



Eucera eucnemidea (Dours. 1873)

MEGACHILIDAE



Coelioxys aurolimbata (Förestér, 1830)



Megachile ericetorum (L. 1841)



Megachile parietina (Geoffroy. 1785)



Rhodanthidium siculum (S. 1838)

HALICTIDAE



Lasioglossum aegyptiellum (Curtis. 1833)

VESPIDAE



LEPIDOPTERES

PIERIDAE



Pieris brassicae (L. 1758)



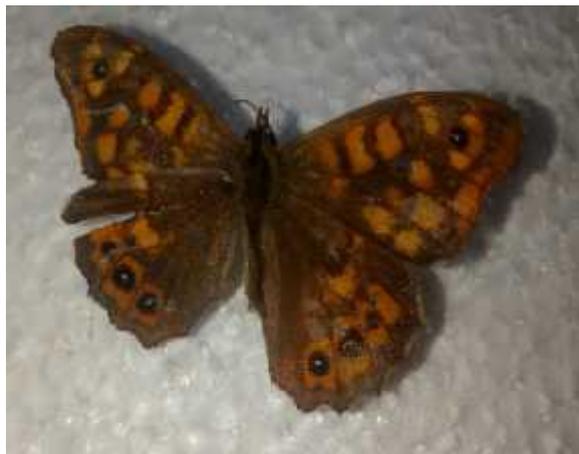
Pieris rapae (L. 1758)

PAPILIONIDAE



Iphiclides podalirius (L. 1758)

NYMPHALIDAE



Pararge aegeria (L, 1758)



Maniola jurtina (L, 1758)

DIPTERES

SYRPHIDAE



Eristalis tenax (Latreille, 1804)



Eristalis sp



Sphaerophoria sp

TABANIDAE



Tabanus sp

CALLIPHORIDAE



Calliphora sp



Lucilia sericata (Meigen, 1826)

SARCOPHAGIDAE



Sarcophaga sp

COLEOPTERES

COCCINELLIDAE



Adalia bipunctata (L. 1758)



Coccinella septempunctata (L. 1758)

RESUMES

ABSTRACT

The study is conducted in the regions of Ibn Ziad and Hamma Bouziane (Wilaya of Constantine), during the period from March to April 2019 on two crops ; a forage legume of the Fabaceae family : faba beans and a fruit tree of the Rosaceae family: the pear tree. The observations made during the flowering of each plant made it possible to identify four orders (Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera and Coleoptera). The Hymenoptera are the most abundant visitors to both crops with a dominance of the honey bee (*Apis mellifera*). On faba beans, the wild Apidae *Eucera numida* is the most effective browser since 100% of its visits can be fruitful. On the pear tree, the honeybee has made more moves on the nearby tree in the same row. Yields in the presence of pollinating insects on both crops are significantly improved in comparison with self pollination.

Key words : faba bean, pear, pollination, honey bee, yield, foraging

أجريت الدراسة في منطقتي ابن زياد وحامة بوزيان (ولاية قسنطينة)، خلال الفترة الممتدة من مارس إلى أبريل 2019 على محصولين؛ نبات البقوليات العلفية من عائلة: Fabaceae الفول فاب وشجرة الفاكهة من عائلة: Rosaceae شجرة الكمثرى، حددت الملاحظات التي تمت خلال ازدهار كل نبات أربعة رتب (Hymenoptera، Lepidoptera، Diptera و Coleoptera). يعد Hymenoptera من أكثر الزوار وفرة لكلا المحصولين مع هيمنة نحل العسل (*Apis mellifera*). على الفول فاب، يعد *Apidae Eucera numida* هو المتصفح الأكثر فاعلية حيث أن 100% من زيارته يمكن أن تكون مثمرة. على شجرة الكمثرى، اتخذت نحلة العسل المزيد من التحركات على الشجرة القريبة في نفس الصف. تحسن المحصول بشكل ملحوظ في وجود الحشرات الملقحة على كلا المحصولين بالمقارنة مع التلقيح الذاتي.

المفتاحية: الفول فاب، الكمثرى، التلقيح، عسل النحل، المحصول، البحث عن الطعام

Année universitaire : 2018/2019

Présenté par : LADJABI Imane

Les insectes butineurs de la féverole (*vicia faba* L. Var minor) (*Fabaceae*) et du poirier (*pyrus communis* L.) (*Rosaceae*) et rôle des abeilles domestiques et sauvages dans la pollinisation de ces deux cultures.

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en filière biologie animale

Option : biologie évolution et contrôle des populations des insectes

L'étude est menée dans les régions d'Ibn Ziad et de Hamma Bouziane (Wilaya de Constantine), durant la période de mars à avril 2019 sur deux cultures ; une légumineuse fourragère de la famille des Fabaceae : la féverole et un arbre fruitier de la famille des Rosaceae : le poirier. Les observations effectuées lors de la floraison de chaque plante ont permis de recenser quatre ordres (Hyménoptères, Lépidoptères, Diptères et Coléoptères). Les Hyménoptères sont les visiteurs les plus abondants sur les deux cultures avec une dominance de l'abeille domestique (*Apis mellifera*). Sur la féverole, l'Apidae sauvage *Eucera numida* est le butineur le plus efficace puisque 100 % de ses visites peuvent être fécondantes. Sur le poirier, l'abeille domestique a effectué plus de déplacements sur l'arbre voisin de la même rangée. Les rendements en présence d'insectes pollinisateurs sur les deux cultures sont nettement améliorés en comparaison avec l'autopollinisation.

Mots clés : féverole, poirier, pollinisation, abeille domestique, rendement, butinage

Laboratoire de recherche : Bio systématique et Ecologie des Arthropodes

Jury d'évaluation :

Président du jury : AGUIB Sihem (MCA - UFM Constantine 1).

Rapporteur : BENACHOUR Karima (Professeur - UFM Constantine 1).

Examineur : BAKIRI Esma (MCB - UFM Constantine 1).

Date de soutenance :

11/07/2019