



لجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث 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 الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم والطبيعة والحياة

Département : Biologie Animale.. قسم : ب يولوجيا 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

***Inventaire et efficacité pollinisatrice des insectes butineurs
de la courgette (*Cucurbita pepo* L.) (*Cucurbitaceae*) et du
piment (*Capsicum annuum* L.) (*Solanaceae*)***

Présenté et soutenu par **CHERGUI Rayene & ALLALI Batoul**

le 21/9/2021

Jury d'évaluation :

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

Encadreur : Mme BENACHOUR Karima (Professeur - UFM Constantine 1).

Examinatrice : Mme BAKIRI Esma (MCB - UFM Constantine 1).

Année universitaire

2020 - 2021

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 reconnaissance à nos parents, nos sœurs et nos frères pour leur amour et leur confiance.

Nos remerciements s'adressent aussi:

A 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.

Au *Dr. AGUIB Sihem* (MCA – UFM, Constantine 1) d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Au *Dr. BAKIRI Esma* (MCB – UFM, Constantine 1) d'avoir accepté d'examiner notre travail.

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

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 la réalisation de ce mémoire, particulièrement les agriculteurs de la région de Hamma Bouziane qui ont mis à notre disposition les parcelles de culture.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1.** Schéma de la pollinisation par les abeilles.
- Figure 2.** Appareil buccal d'une abeille à langue longue (D'après Eardley et al, 2010).
- Figure 3.** Classification des Hyménoptères (Roche ,2014).
- Figure 4.** Morphologie générale d'un apoïde (d'après Scheuchl ,1995).
- Figure 5.** Tête d'une abeille (Eardley *et al*, 2010).
- Figure 6.** Morphologie et caractères taxonomiques des ailes antérieure et postérieure d'une abeille (Eardley *et al.*, 2010).
- Figure 7.** Patte postérieure d'une abeille (Jean- Prost & Le Conte, 2005).
- Figure 8.** Fleurs mâle(a) et femelle(b) de la courgette.
- Figure 9.** Photo d'une fleur de piment.
- Figure 10.** Coupe longitudinale d'une fleur de piment(Mc Gregor ,1976)
- Figure 11.** Vue d'ensemble de la parcelle de courgettes (photo personnelle).
- Figure 12.** Vue d'ensemble de la parcelle de piments (photo personnelle).
- Figure 13.** Méthode des quadrats pour l'observation et le comptage des insectes butineurs (photo personnelle).
- Figure 14.** Photo d'un bouton floral de courgette couvert avec du tulle (photo personnelle).
- Figure 15.** Phénologie des fleurs de *Cucurbita pepo* durant la floraison de 2021 dans la région de Hamma Bouziane.
- Figure 16.** Evolution du nombre moyen (\pm écart-type) des visites d'*Apis mellifera* sur *cucurbitapepo* L pendant la floraison de 2021 dans la région de Hamma Bouziane.
- Figure 17.** Recherche alimentaire d'*Apis mellifera* sur *Cucurbita pepo* aux heures d'observation durant la floraison de 2021 dans la région de Hamma Bouziane.
- Figure 18.** Cycle de floraison du pimentdurant la floraison de 2021 dans la région de Hamma Bouziane.
- Figure 19.** Evolution du nombre moyen (\pm écart-type) des visites de *Polistes dominulus et Apis mellifera* sur *Capsicum annuum* pendant la floraison 2021 dans la région de Hamma Bouziane.
- Figure 20.** Recherche alimentaire d'*Apis mellifera* sur *Capsicum annuum* aux heures d'observation durant la floraison de 2021 dans la région de Hamma Bouziane.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Nombres moyens d'insectes butineurs sur *Cucurbit aepo* L pendant la floraison de 2021 dans la région de Hamma Bouziane.

Tableau 2. Produits floraux récoltés par *Apis mellifera* sur *Cucurbita pepo* L pendant la floraison de 2021 dans la région de Hamma Bouziane.

Tableau 3. Temps moyens (en secondes) dépensé par *Apis mellifera* sur les fleurs mâles et femelles de *Cucurbita pepo* (floraison de 2021).

Tableau 4. Paramètres du rendement de la courgette en autopolinisation et en pollinisation libre (floraison 2021).

Tableau 5. Efficacité pollinisatrice de l'abeille domestique selon le nombre de visites effectuées sur les fleurs.

Tableau 6. Nombres moyens d'insectes butineurs de *Capsicum annuum* L pendant la floraison de 2021 dans la région de Hamma Bouziane.

Tableau 7. Paramètres du rendement *Capsicum annuum* en autopolinisation et en pollinisation libre (floraison 2021).

Tableau 8. Efficacité pollinisatrice de *Polistes dominulus* selon le nombre de visites effectuées sur les fleurs.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES	
1. La pollinisation.....	2
1.1. Définition de la pollinisation.....	2
1.2. Les types de pollinisation.....	2
1.2.1. L'autopollinisation (=autogamie).....	2
1.2.2. La pollinisation croisée (=allogamie).....	3
1.3 Les modes de pollinisation.....	3
1.4 Caractéristiques des insectes pollinisateurs.....	3
a) Les coléoptères	3
b) Les diptères.....	4
c) Les lépidoptères.....	4
d) Les hyménoptères.....	4
1.5. Importance agro-économique et écologique de la pollinisation	5
2. Les Hyménoptères Apoïdes.....	5
2.1 Présentation générale des Hyménoptères Apoïdes.....	5
2.2 Morphologie des Apoïdes (abeilles).....	6
a)La tête.....	7
b) Le thorax.....	7
c) Les ailles	7
d) Les pattes	8
e)L'abdomen	9
2.3. Classification et répartition géographique des Apoïdes.....	9
2.4. Relations plantes-abeilles	9
3. Généralités sur les plantes étudiées.....	10
3.1. La courgette (<i>cucurbit pepo</i> L.).....	10
3.1.2. Production et variétés de la courgette en Algérie	11
3.2. Le piment (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	11
3.2.1. Production du piment en Algérie.....	13
CHAPITRE II : MATERIEL & METHODES	
1. Description de la station d'étude.....	14
2. Echantillonnage et inventaire des insectes butineurs.....	15
3. Identification des insectes butineurs.....	16

4. Analyse des données.....	17
-----------------------------	----

CHAPITRE III : RESULTATS

1. Diversité et activité pollinisatrice des apoïdes sur les plantes étudiées.....	18
1.1. La courgette (<i>Cucurbita pepo</i> L.).....	18
1.1.1. La floraison	18
1.1.2 Diversité et densité des insectes butineurs	18
1.1.3 Activité journalière d' <i>Apis mellifera</i>	20
1.1.4. Comportement de butinage de l'abeille domestique.....	20
1.1.5 Durée de visite sur les fleurs.....	21
1.1.6. Recherche alimentaire de l'abeille domestique.....	21
1.1.7. Effet de la pollinisation croisée sur le rendement de <i>Cucurbita pepo</i>	22
1.2. Le piment (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	23
1.2.1. Floraison de la plante.....	23
1.2.2. Diversité et densité des insectes butineurs.....	23
1.2.3. Activité journalière de <i>Polistes dominulus</i> et <i>Apis mellifera</i>	25
1.2.4. Comportement de butinage des abeilles sur le piment	25
1.2.5 Recherche alimentaire de l'abeille domestique.....	25
1.2.6 Effet de la pollinisation entomophile sur le rendement de <i>Capsicum annuum</i>	26
DISCUSSION ET CONCLUSION	28
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	30
ANNEXES	
RESUMES	

INTRODUCTION

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. Cette activité de pollinisation par les insectes, et particulièrement les abeilles, a une contribution importante dans l'amélioration de la qualité et de la quantité des fruits et des légumes (**Vaissière, 2005**).

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.

En Algérie, les prospections sur la faune des abeilles restent encore insuffisantes et sont fragmentaires. Des travaux ont été 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 & 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 maraîchères à savoir la courgette et le piment, à étudier le comportement de butinage et l'efficacité pollinisatrice des principaux butineurs. L'effet de la pollinisation entomophile sur le rendement des deux cultures est également étudié.

Notre travail comporte quatre chapitres ; le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique, le second englobe le matériel et les méthodes utilisées, le troisième est consacré aux résultats obtenus, Le quatrième chapitre est réservé à la discussion et à la conclusion.

CHAPITRE I

DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

1. La pollinisation

1.1. Définition de la pollinisation

La pollinisation est un mode de reproduction des plantes angiospermes et gymnospermes. Il s'agit du processus de transport d'un grain de pollen depuis l'étamine (organe mâle) vers les stigmates (organe femelle). Cela peut se faire 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), faisant souvent intervenir un insecte pollinisateur (Geneves, 1992 ;Pouvreau 2004)(fig.1).

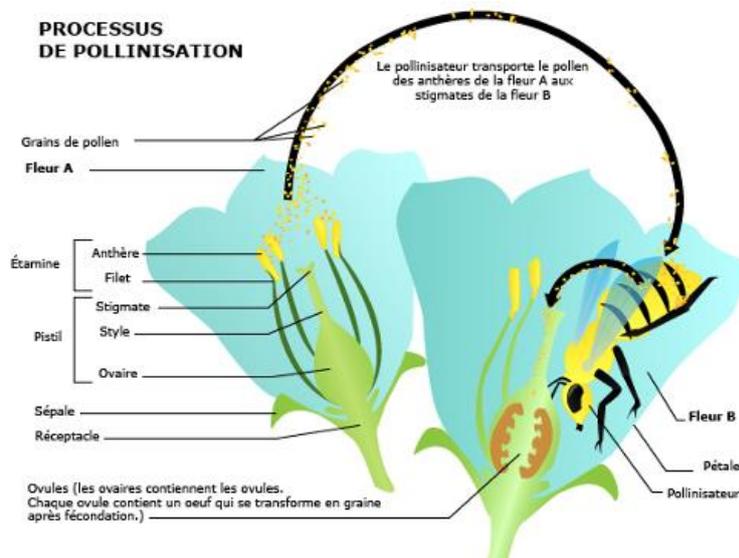


Figure1. Schéma de la pollinisation par les abeilles.

[\(http://www.insecteo.com/conseils/labeille-limportance-de-son-existence/\)](http://www.insecteo.com/conseils/labeille-limportance-de-son-existence/)

1.2. Les types de pollinisation

Il existe deux modes de pollinisation :

1.2.1. 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 (*TriticumLsp*, l'orge (*Hordeumsp*) et l'avoine (*Avenasp*). Il est fréquent aussi chez certaines Fabacées comme les haricots (*Fabasp*) ou les pois (*Pisumsp*). L'autopollinisation reste exceptionnelle à l'échelle de toutes les angiospermes(URL 1).

1.2.2. 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 (**URL 1**).

1.3 Les modes 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 ;
- **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 ;
- **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. Les insectes contribuent à la reproduction de 90% des 250000 espèces angiospermes (espèces à fleurs) recensées dans le monde (**Pouvreau, 2004**). La pollinisation par les insectes (dite pollinisation entomophile) résulte d'un processus de coévolution. Cela se manifeste notamment par une spécialisation des pièces buccales en fonction du pistil des plantes à polliniser (**Vaissiere et al. 2005**). Plus de 1000 espèces de vertébrés participent à la pollinisation (colibris, chauves-souris...), auxquels s'ajoutent de très nombreux insectes. Parmi les insectes, plusieurs familles sont particulièrement impliquées, comme les lépidoptères, certains coléoptères, les diptères (syrphes notamment) et les hyménoptères (**Chagnon 2008**).

1.4. Caractéristiques des 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**).

a) 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).

b) Les diptères

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

c) 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).

d) Les hyménoptères

L'ordre des hyménoptères est celui qui a le plus d'importance en termes de pollinisation.. Le rôle principal est tenu par la super-famille des Apoïdes (Pouvreau, 2004). Les Apoïdes comprennent les bourdons et les abeilles, soit 20 000 à 30 000 espèces dans le monde. En France, on compte environ 1000 espèces d'abeilles. Parmi elles, *Apis mellifera* 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 ; Pouvreau, 2004). Les abeilles possèdent une langue (glosse) qui leur permet de récolter le nectar des fleurs (fig.2).

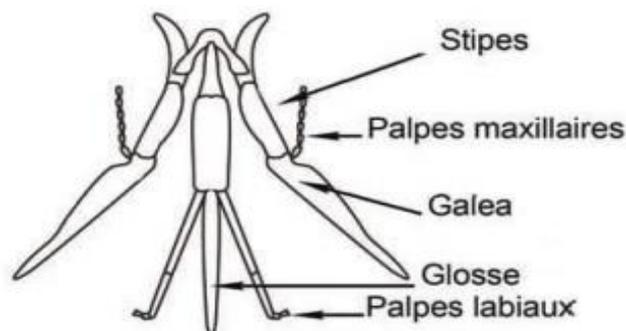


Figure 2. Appareil buccal d'une abeille à langue longue (D'après Eardley et al, 2010).

1.5. Importance agro-économique et écologique de la pollinisation

La pollinisation entomophile est le facteur clé de la reproduction de la majorité des angiospermes. C'est aussi un élément primordial pour le maintien de la diversité et de la stabilité des écosystèmes. L'abeille joue un rôle très important et irremplaçable dans l'évolution des plantes sauvages et cultivées.

Près de 75% des plantes angiospermes dépendent des insectes pollinisateurs pour leur reproduction sexuée. L'abeille constitue aussi un chaînon essentiel dans l'agriculture et la sécurité alimentaire puisqu'elle forme le vecteur indispensable pour la dissémination de pollen des espèces végétale (**Poureau, 1987 ; Vaissiere ,2002 ;Terzo&Ramont, 2007 ; Fourmier, 2008, Praz et al 2008 cités par Djebli&Nekkeche, 2016**).

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**). Ainsi, le rôle économique des insectes pollinisateurs, et notamment des abeilles, est de mieux en mieux appréhendé. L'apport des insectes pollinisateurs aux principales cultures mondiales en 2005 a été évalué à 153 milliards d'euros, ce qui représente 9,5 % de la valeur de la production alimentaire mondiale (**Gallai et al, 2009**). Sur le plan écologique, les abeilles sont très utiles car elles participent à la pollinisation de nombreuses autres plantes (fourragères, ornementales, etc.) et contribuent au maintien de la biodiversité.

2. Les Hyménoptères Apoïdes

2.1 Présentation générale des Hyménoptères Apoïdes

Les Hyménoptères appartiennent à l'embranchement des Arthropodes et à la classe des insectes (**fig.3**). En effet, ils sont constitués de trois parties distinctes : la tête, le thorax pourvu de trois paires de pattes et l'abdomen (**Roche 2014**).

Parmi les Insectes, on distingue deux sous-classes principales : les Aptérygotes, sans ailes et les Ptérygotes, porteurs d'ailes. Les hyménoptères sont holométaboles, c'est à-dire qu'ils subissent une métamorphose complète. Les œufs évoluent en larves, puis en nymphes et enfin en adultes. On dénombre 120 000 espèces d'hyménoptères, ce qui en fait le deuxième groupe le plus important des insectes derrière les coléoptères(**Roche2014**). Les Hyménoptères regroupent les apoïdes (abeilles), les vespides (guêpes) et les formicidés (fourmis) qui font partie du sous ordre des apocrites lesquels présentent un étranglement situé entre le premier et le deuxième segment abdominal.

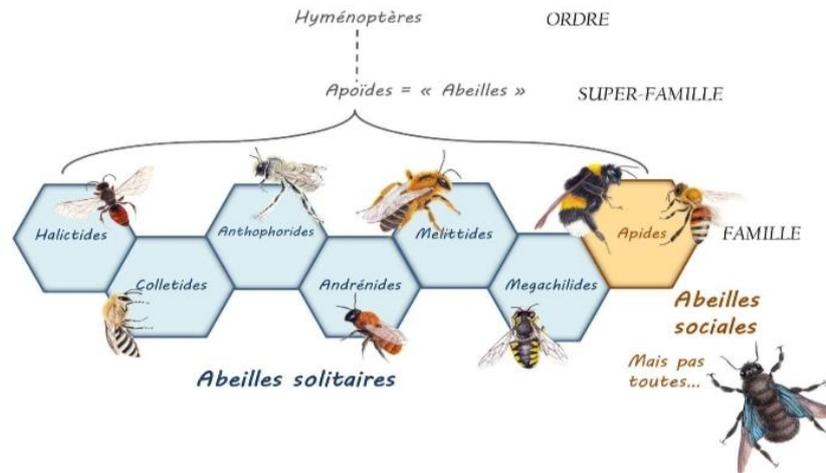


Figure 3. Classification des Hyménoptères (Roche, 2014).

2.2 Morphologie des Apöides (abeilles)

Le squelette extérieur des abeilles, comme chez tous les insectes, est divisé en trois parties distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen (Michezet al. 2004)(fig.4).

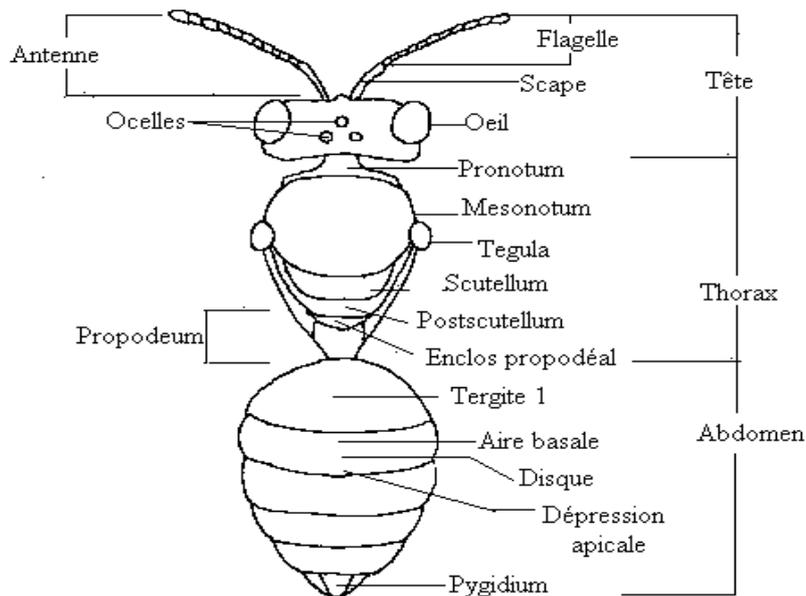


Figure 4. Morphologie générale d'un apöide (d'après Scheuchl, 1995).

a) La tête

Porte les pièces buccales, les antennes, les yeux composés et dorsalement trois ocelles disposés en triangle. Les antennes sont formées d'un nombre d'articles variable selon les taxons et

parfois selon les sexes d'une même espèce. Chez la plupart des Apoidea et des Vespoidae, les antennes des mâles ont 13 articles et celles des femelles 12. L'article le plus basal est appelé scape, le suivant pédicelle, les autres constituent le flagelle (**Eardley et al, 2010**)(fig.5)

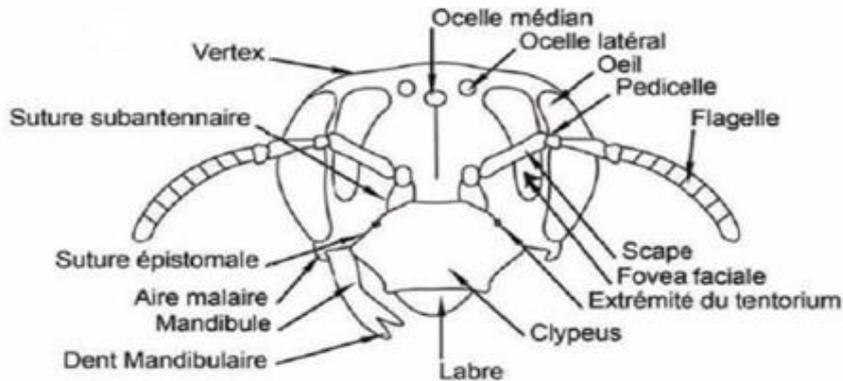


Figure5. Tête d'une abeille (Eardley et al, 2010).

b)Le thorax

Il est formé de trois anneaux soudés, sur chacun d'eux est fixée une paire de patte et deux paires d'ailes. La première paire est reliée sur le second segment et la deuxième paire d'aile sur le troisième segment (**Jean- Prost&Le Conte, 2005**).

c)Les ailles

Elles sont constituées d'une membrane très fine et transparente. Les nervures sont distribuées de façon cohérente au sein de la membrane et forment des cellules (cubitales, radiales et discoïdes) (**fig.6**). Le nombre et la taille de ces cellules forment un critère très important dans l'identification des familles, des genres et même des espèces (**Louis, 1970 ; Jeanne, 1998**). Les nervures de l'aile de l'Abeille montrent un ensemble constitué d'un réseau hautement organisé. De plus le type creux à profil ultramince des ailes procure aux abeilles une grande légèreté et une grande vitesse au vol (**Louis, 1972**). Les ailes antérieures sont plus grandes et plus développées que les ailes postérieures. Pendant le vol, les deux ailes sont rattachées l'une à l'autre par un système d'accrochage constitué d'une vingtaine de crochets (hamuli) (**fig.6**), situés sur la partie antérieure de l'aile postérieure. Ce système permet aux deux ailes de réduire les phénomènes de turbulence et de traînée (**Le Conte, 2004 ; Jean-Prost& Le Conte, 2005**).

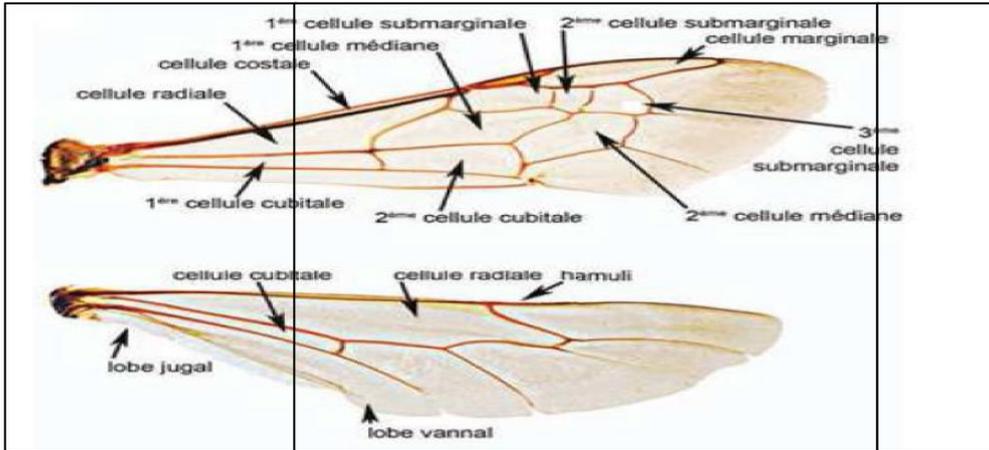


Figure 6. Morphologie et caractères taxonomiques des ailes antérieure et postérieure d'une abeille (Eardley *et al.*, 2010).

d) Les pattes

Toutes les pattes d'abeilles sont constituées de six articles (coxa, trochanter, fémur, tibia, cinq segment du tarse et une paire de griffes terminales) (fig.7). Chez la plupart des espèces les pattes postérieures sont plus adaptées à la récolte du pollen car elles sont munies d'une brosse à pollen, excepté les Mégachiles, chez lesquelles la brosse à pollen est située sous l'abdomen, et les abeilles coucou (parasites) qui n'ont pas de brosse collectrice. La forme et la couleur de chaque partie des pattes sont aussi des critères très utilisés dans la détermination de groupes d'abeilles (Stephenet *al.* 1969).

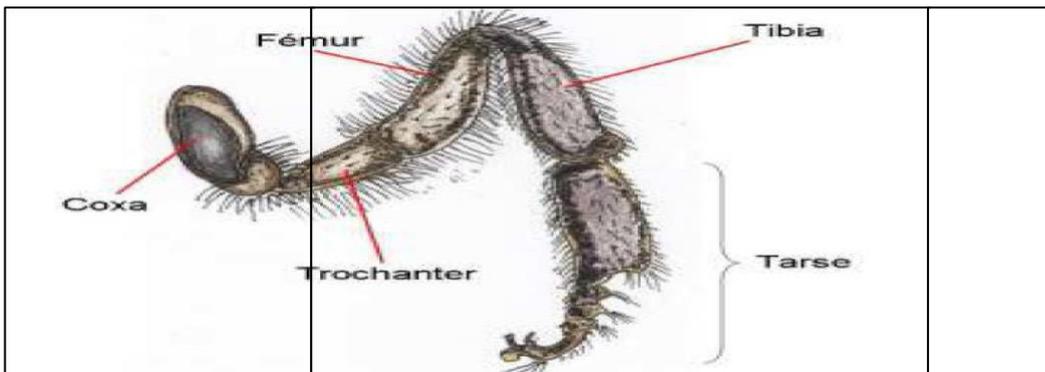


Figure 7. Patte postérieure d'une abeille (Jean- Prost & Le Conte, 2005).

e) L'abdomen

Il est généralement constitué de sept segments chez le mâle et six chez la femelle. Il est séparé du thorax par un étranglement très fin appelé pétiole. Il renferme plusieurs organes dont

l'appareil digestif, l'appareil reproducteur et l'appareil venimeux à l'extrémité du dernier segment chez la femelle.

2.3. Classification et répartition géographique des Apoïdes

Les abeilles constituent un groupe d'insectes important dans le règne animal et qui, selon leur mode de vie, sont classées en abeilles domestiques et sauvages. Elles appartiennent à l'embranchement des arthropodes, à la classe des insectes (sous-classe des ptérygotes), à l'ordre des hyménoptères (sous-ordre des apocrites), au groupe des aculéates et à la superfamille des *Apoideaapiformes*. Selon la classification récente de Michener en 2007, cette superfamille regroupe 7 familles avec 1197 genres et sous genres et environ 16000 espèces décrites jusqu'à ce jour. Les 7 familles sont les Stenotritidae, les Colletidae, les Halictidae, les Andrenidae, les Megachilidae, les Melittidae et les Apidae. Les six premières familles comprennent toutes des espèces solitaires et la dernière famille, celle des *Apidae*, regroupe des espèces sociales et hautement sociales.

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 2007). 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) (**Rasmontet al. 1995**).

2.4. Relations plantes-abeilles

La présence des abeilles sur une fleur se justifie par la recherche d'un partenaire sexuel, d'un lieu de ponte ou de nourriture. Les abeilles visitent les fleurs afin de récolter le pollen et le nectar, elles présentent une spécificité alimentaire, certaines ont la faculté de visiter une grande variété de fleurs, ce sont des espèces polylectiques. D'autres, par contre, ne visitent que les fleurs d'une seule famille botanique ou encore quelques plantes de deux ou trois familles végétales et en deviennent dépendantes, ce sont des espèces oligolectiques. D'autres abeilles ne visitent qu'une seule espèce de plante, elles sont dites monolectiques (**Jacob- Remacle, 1990 ; Pouvreau 2004**).

Cette relation de mutualisme de l'abeille avec la fleur réalise le processus de pollinisation par le transfert du pollen sur le stigmate assurant ainsi la fécondation et la reproduction de la plante. Le rôle pollinisateur de l'abeille est essentiel, qu'il s'agisse de plantes cultivées dont les rendements intéressent l'agriculteur, ou de plantes sauvages dont la biodiversité est préservée grâce aux abeilles. De plus, les produits dérivés de l'activité des abeilles domestiques (miel, gelée royale, cire) assurent les revenus de la profession apicole. On comprend l'importance de

maintenir aussi harmonieuses que possible ces interactions, même et surtout avec les changements amenés par l'Homme dans la gestion des agro systèmes (**Maghni,2006**)

2. Généralités sur les plantes étudiées

3.1.La courgette (*cucurbita pepo* L)

La courgette est une plante potagère de la famille des Cucurbitaceae qui pousse au sol ; elle possède de grandes feuilles et des fleurs de couleur jaune qui donnent un fruit appelé courgette. C'est une plante annuelle à croissance indéterminée. Le fruit est une baie charnue, uniloculaire, sans cavité centrale, cylindrique, parfois en massue, généralement de couleur verte. Les fruits naissent à partir des axillaires foliaires, attachés par un pédoncule épais et court. Ils sont récoltés avant maturité complète avant qu'ils durcissent en conditions printanières précoces (**Erard, 2002**).

***La fleur**

La courgette est une plante monoïque dont les fleurs mâles et femelles sont séparées et situées sur le même plant. Les fleurs mâles sont stériles et les fleurs femelles produiront une courgette. La fleur mâle (**fig.8 a**) est stérile (elle ne donnera pas de courgettes) mais possède des étamines

La fleur femelle (**fig.8 b**) est portée par un court pédoncule anguleux, elle est constituée d'un calice formé de 5 petits sépales triangulaires formant 5 dents. La corolle, jaune d'ord, de grande taille, est constituée de 5 pétales plus ou moins soudés entre eux. Le stigmate est constitué de trois lobes supportés par un style formé de 3 colonnes (**Nepi & Pacini 1993**). Le nectaire consiste en un canal autour de la base du style bordé par un anneau.

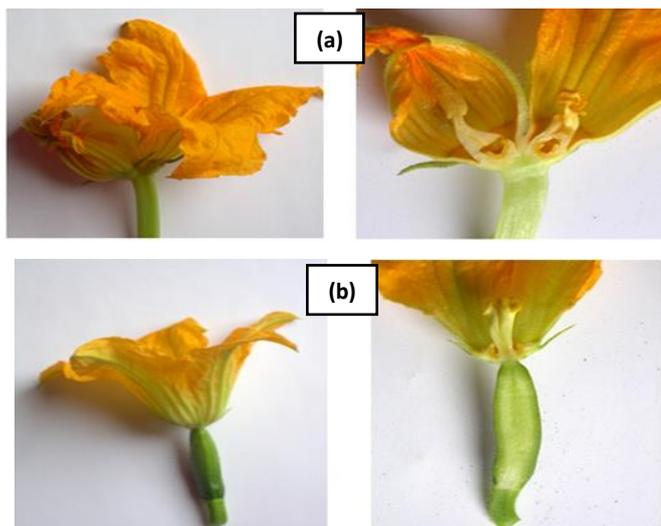


Figure8. Fleurs mâle(a) et femelle(b) de la courgette.
(<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Marche/courgette.htm>).

La quantité de nectar produite par jour est importante, tant sur les fleurs mâles que sur les femelles. Elle peut atteindre 77 microlitres, mais la moyenne situe autour de 13microlitres pour les fleurs mâles, 15 pour les fleurs femelles. Ce nectar est riche en sucres. La teneur en sucre varie de 22 à 42% avec une moyenne de 31% (33% pour les fleurs mâles et 28% pour les fleure femelles) (**URL2**).

3.1.2. Production et variétés de la courgette en Algérie

En Algérie, les conditions climatiques et les types de sol sont très favorables pour la culture de toutes les espèces de courges (**Grubben, 2004**). Leurs cultures couvrent une superficie de 8.010 hectares avec une production totale de 875410 tonnes. Les principales wilayas productrices de ce légume sont : Mostaganem, Alger, Boumerdes, M'Sila, Tipaza. Les cultures sous tunnel à Tipaza, Biskra, Alger et Mostaganem représentent une production de 33 000 tonnes (**Agroligne,2014**).Parmi les variétés cultivées en Algérie, on retrouve la Verte d'Alger, Diamant, Jedida, Première F1 et Black Beauty (**Boukortt, 2016**).

3.2. Lepiment (*Capsicum annuum*L.)

Le piment (*Capsicum annuum*L.) est une plante annuelle dicotylédone de la famille des Solanacées ; presque arbustif et très ramifiée. Les tiges de la base ont tendance à se lignifier. La plante atteint 40 à 50 cm de haut en général à la suite d'une germination ayant duré de 7 à 15 jours. Les feuilles alternes et lancéolées se terminant en pointe, elles sont d'un vert brillant. Les fleurs, nombreuses et petites, sont blanches à pétales soudés et pointus, au nombre de 6 à

8. Le fruit est une baie d'un type particulier, la pulpe, relativement mince et formant une espèce de capsule entourant un placenta plus ou moins volumineux portant de nombreuses graines. Extérieurement, la peau est lisse, brillante et de couleur verte (**Birlouez, 2020**).

*** La fleur**

Les fleurs sont blanchâtres (**fig.9**), dressées ou pendantes, situées à l'aisselle des bifurcations, à raison d'une à deux fleurs par nœudmais dans certains cas, elles apparaissent en bouquets. Elles sont bractées, pédicellées et bisexuées (hermaphrodites) (**Tristan2004**). Elles portent 6 sépales, 6 pétales et 5 à 7 étamines et un ovaire. Le pistil reste généralement protégé par le cône des étamines (**fig.10**).

La réceptivité du stigmate devient effective à partir du jour de l'anthèse et demeure jusqu'à 2 jours après celle-ci (**Tristan.2004**).

Le pollen est fertile un jour avant l'anthèse ou le jour de l'anthèse. La durée de l'anthèse est comprise entre 5 et 6 heures alors que celle de la déhiscence varie entre 8 et 11 heures (**Tristan 2004**).

Le piment est préférentiellement autogame, mais avec un taux d'allogamie variant de 8 à 30% selon les cultivars (**Ouamane 2019**).



Figure 9.Photo d'une fleur de piment.(https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Capsicum_annuum_flower.JPG)

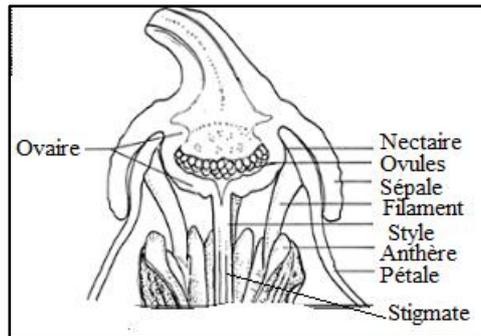


Figure 10. Coupe longitudinale d'une fleur de piment(Mc Gregor ,1976)

3.2.1. Production du piment en Algérie

Le piment est parmi les cultures les plus anciennes et les plus importantes. Sa culture couvre une superficie de 22.000 hectares avec une production totale de 260 quintal/hectare. Les principales wilayas productrices de ce légume sont : Mostaganem, Alger, Boumerdes, M'Sila, Biskra, EL oued et Tlemcen(**Ouamane 2019**). Parmi les variétés cultivées, on a Eternel, Lipari, Italico, Doux Marconi, Doux d'Espagne (type doux), Corne de chèvre, Nour, Foughal, Capel hot (type piquant) (**Ouamane2019**).

CHAPITRE II
MATERIEL & METHODES

1. Description de la station d'étude

Les observations ont été effectuées au niveau d'un verger mixte situé dans la commune de Hamma Bouziane (nord- ouest de Constantine, 9Km du chef-lieu de la wilaya ; 36° 24' 43"N, 6° 35' 46" E, 410 m) durant les mois de mai et juin 2021. Le verger (environ 2 ha) comporte, en plus des arbres fruitiers(abricotier, figuier et olivier), des parcelles réservées au maraîchage. L'échantillonnage est mené sur deux plantes cultivées : la courgette et le piment. La superficie de la parcelle réservée à la courgette est de 2000 m² ; le système de plantation est en ligne, la densité de semis est de 5 plants /m². La variété plantée est Dounia (**fig.11**).



Figure 11. Vue d'ensemble de la parcelle de courgettes (photo personnelle).

Le piment est planté sur une parcelle mixte comportant une culture d'aubergine, de tomate et un verger de pommes et dont la superficie est d'environ 1,5 hectare. La superficie réservée au piment est de 360 m². Le système de plantation est en ligne à raison de 8 plants/m² et la variété plantée s'appelle Soultan(**fig.12**).



Figure 12. Vue d'ensemble de la parcelle de piments (photo personnelle).

2. Echantillonnage et inventaire des insectes butineurs

CHAPITRE II : MATERIEL & METHODES

Les observations sur les deux cultures sont effectuées à partir de la floraison durant l'année 2021. Les sorties, au nombre de 8, sont effectuées sur la courgette les 18/V/2021, 20/V/2021, 24 /V/2021, 25/V2021, 27/V/2021, 29/V/2021, 02/VI/2021 et le 05/VI/2021. La période de floraison a été caractérisée par de bonnes conditions climatiques ($T^{\circ}\text{C}= 22,06^{\circ}\pm 4,14^{\circ}\text{C}$; Vit vent = $10\pm 7(\text{km/h})$; HR= $61,66\%\pm 12,07\%$).

10 orties ont été réalisées sur le piment : 24/VI/2021, 25/VI/2021, 26/VI/2021, 27/VI/2021, 28/VI/2021, 30/VI /2021, 01/VII/2021, 02/VII/2021, 03/VII/2021 et le 04/VII/2021. La période de floraison a été aussi caractérisée par de bonnes conditions météorologiques ($T^{\circ}\text{C}=31,57^{\circ}\pm 1,06^{\circ}\text{C}$; Vit vent = $5,57\pm 1,43\text{km/h}$; HR= $18,26\%\pm 1.88\%$)

Pour procéder à l'observation et au comptage des insectes butineurs et de la densité florale, nous avons utilisé la méthode des quadrats. Cinq quadrats de 1 m^2 ont été délimités à l'aide de pieux et de fils. La distance qui sépare deux quadrats est de $1,5\text{ m}^2$ (**fig.13**)

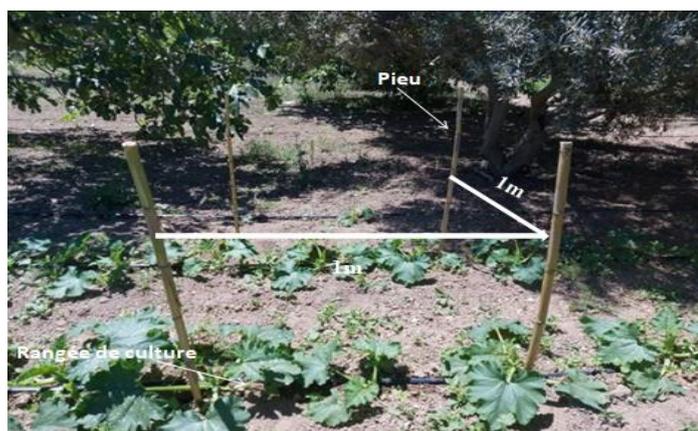


Figure 13. Méthode des quadrats pour l'observation et le comptage des insectes butineurs (photo personnelle).

Les observations sont effectuées tous les deux jours de 8h jusqu' à 12h (Gmt + 1) pour la courgette et chaque jour de 9h jusqu' à 16h (Gmt + 1) pour le piment à raison de 7 à 8 minutes dans chaque quadrat et durant chaque heure. Les insectes butineurs présents sur les fleurs sont notés et comptabilisés ; les spécimens non identifiés à vue sont capturés puis identifiés en laboratoire. La récolte des spécimens se fait par approche directe avec des tubes en plastique.

Avec le comptage, l'observateur et dans la mesure du possible, note le type de visite (visite positive ou négative selon qu'il y ait contact ou non avec le stigmate) ainsi que l'objet de visite de l'insecte (récolte de pollen, de nectar ou des deux produits ensemble) pour l'espèce

CHAPITRE II : MATERIEL & METHODES

les plus abondante sur les fleurs. Parallèlement au comptage, on mesure les paramètres suivant :

- ✓ La densité des fleurs épanouies ; la densité des butineurs est estimé/100 fleurs ;
- ✓ Le temps dépensé sur les fleurs mâles et femelles de la courgette pour le ou les butineurs les plus abondants (35 individus sur chaque type des fleurs) ;
- ✓ La vitesse de butinage (nombre de fleurs visitées/min) sur le piment également pour le ou les butineurs les plus abondants (35 individus /butineur) ;

Pour étudier l'effet de la pollinisation entomophile sur les rendements des deux cultures, une centaine de boutons floraux sont couverts avec du tulle pour empêcher l'accès des pollinisateurs (**fig.14**). Lorsque les fleurs sont complètement fanées, le tulle est retiré et le nombre de fruits formés ainsi que le nombre des fruits chutés sont comptabilisés. Le poids moyen, la taille moyenne, le nombre moyen de graines/fruit sont également mesurés. L'efficacité pollinisatrice de l'abeille domestique dans la production des fruits selon le nombre de visite (1 visite et deux visites) effectuées sur la fleur pour les deux plantes est également mesurée.



Figure 14. Photo d'un bouton floral de courgette couvert avec du tulle (photo personnelle).

3. Identification des insectes butineurs

Les spécimens capturés sur les deux cultures sont épinglés et identifiés jusqu'au genre ou jusqu'à l'espèce à l'aide d'une loupe binoculaire et de diverses clés d'identification. Les spécimens identifiés sont étiquetés et déposés dans des boîtes de collection. La première étiquette (2 x1cm) porte des données concernant le lieu de capture, la date de capture, le nom

CHAPITRE II : MATERIEL & METHODES

de la plante ainsi que celui du légataire. La deuxième étiquette (plus basse) concerne l'identification du spécimen ; elle comprend le nom latin de l'insecte (genre, espèce, nom de l'auteur qui a décrit l'espèce) ; le nom de celui qui a identifié l'insecte, ainsi que l'année de l'identification.

4. Analyse des données

Le test t de Student est utilisé pour comparer pour les deux plantes, les poids moyens et le nombre moyen de graines par fruit en présence et en absence d'insectes, ainsi que le temps moyen dépensé par l'abeille domestique sur les fleurs mâles et femelles de la courgette.

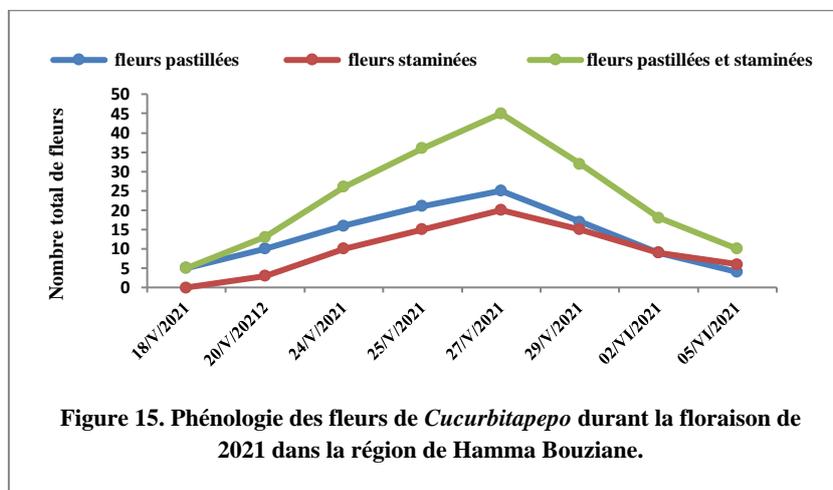
CHAPITRE III
RESULTATS

1. Diversité et activité pollinisatrice des apoïdes sur les plantes étudiées

1.1. La courgette (*Cucurbitapepo* L.)

1.1.1. La floraison

La période de floraison de la courgette a duré 20 jours ; elle a débuté le 18/V/2021 et s'est achevée le 06/VI/2021. Les fleurs femelles apparaissent trois jours avant les fleurs mâles et leur nombre est toujours plus élevé par rapport à celui des fleurs mâles (4 fleurs femelles /plant ; 3 fleurs mâles/plant et 7 fleurs/plant). La production totale des fleurs staminées (mâles) et pistillées (femelles) durant la floraison est indiquée dans la figure 15. Le nombre de fleurs croît progressivement au cours de la floraison pour atteindre un pic vers le 27 mai (45 fleurs), puis la floraison décroît pour s'annuler le 6 juin.



1.1.2 Diversité et densité des insectes butineurs

Les observations menées sur la courgette durant le période de floraison ont montré que les insectes butineurs des fleurs de *Cucurbita pepo* sont repartis en 2 ordres : Hyménoptères et Coléoptères. L'ordre des Hyménoptères est le plus abondant avec 76,72% des visites enregistrées. Ces derniers sont représentés par la super famille des Apoïdea avec deux familles (Apidae et Halictidae). La famille des Apidae est la mieux représentée avec deux espèces : *Apis mellifera* (L.1758) et *Bombus terrestris* (L. 1758). L'abeille domestique est le principal visiteur sur la plante avec 76% des visites observées et une densité moyenne/100 fleurs de 173 individus. Les coléoptères avec 23,28% des visites sont représentés par trois familles (Lucanidae ; Cleridae et Dernestidae). La famille des Lucanidae est représentée par *Sinodendran cylindricun* (L.1735), les Cleridae par *Trichodes alvarius* (Fab.1792) et Les Dernestidae par *Anthrenus verbasci* (L.1767).

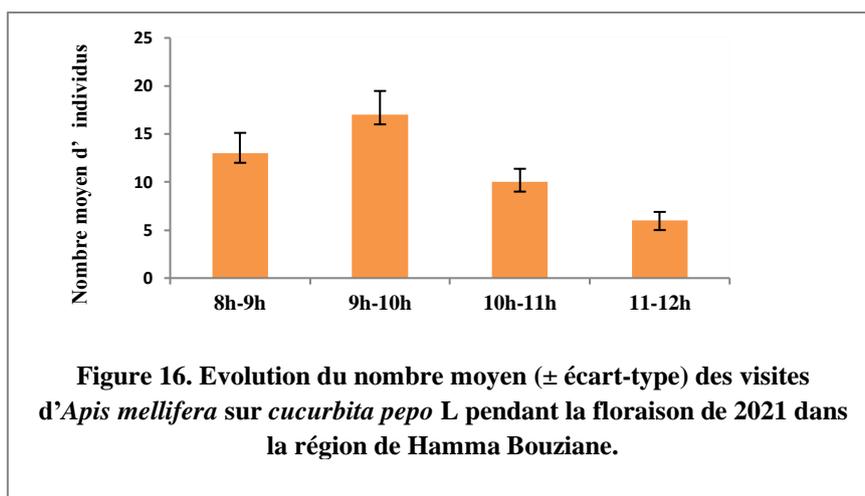
Tableau.1. Nombres moyens d'insectes butineurs sur *Cucurbita pepo* L pendant la floraison de 2021 dans la région de Hamma Bouziane.

N = nombre de spécimens observés

Insectes butineurs	N	Densité/100 fleurs	%
1-Hyménoptères			
*Apidae			
- <i>Apis mellifera</i> (L. 1758)	320	172,8	76
- <i>Bombus terrestris</i> (L. 1758)	1	0,54	0,23
*Halictidae			
- <i>Lasioglossum</i> sp	1	0,54	0,23
Total	322	173,88	76,46
2-Coléoptères			
* Lucanidae			
- <i>Sinodendran cylindricun</i> (L, 1735)	96	51,84	22,80
* Cleridae			
- <i>Trichode salvarius</i> (Fab.1792)	1	0,54	0,23
* Dermestidae			
- <i>Anthrenus verbasci</i> (L, 1767)	2	1,08	0.51
Total	99	53,46	23,5
Total final	421	227,34	100

1.1.3 Activité journalière d'*Apis mellifera*

Les visites de l'abeille domestique sur les fleurs sont plus fréquentes de 8h jusqu'à 10h lorsqu'un maximum de fleurs est épanoui. A partir de 10h, ses visites commencent à diminuer car beaucoup de fleurs commencent à se fermer (**fig.16**).



1.1.4. Comportement de butinage de l'abeille domestique

La plupart des visites de l'abeille domestique sont effectuées sur les fleurs mâles (staminées)(51,56%)principalement pour la recherche de pollen (35,31% des visites), et 48,43% sur les fleurs pistillées (femelles) pour la recherche du nectar. Seulement 30,62% des visites sont des visites fécondantes car l'abeille entre en contact avec le stigmate lors de la visite.

Tableau 2. Produits floraux récoltés par *Apis mellifera* sur *Cucurbita pepo* L pendant la floraison de 2021 dans la région de Hamma Bouziane.

N = nectar; P = pollen ; + : visite pollinisante ; (♀): fleur pistillée ; (♂): fleur staminée ; n = nombre de spécimens observés.

Produit récolté	N	%
N ⁺ (♀)	98	30,62
N (♀)	57	17,82
N (♂)	52	16,25
P (♂)	113	35,31
Nombre total de visites	320	100
Pourcentages de visites sur les fleurs		
♂	51,56%	
♀	48,43%	

3.1.5 Durée de visite sur les fleurs

4. Les résultats (**tab.3**) montrent que l'abeille a dépensé significativement plus de temps sur les fleurs staminées (92,62s) (récolte des deux produits nectar et pollen) que sur les fleurs pistillées(60,82s) ($t = 8,45$; $ddl = 50$; $p < 0,05$). Sur les fleurs mâles, l'abeille dépense moins de temps lorsqu'elle récolte le pollen (en moyenne 30s).

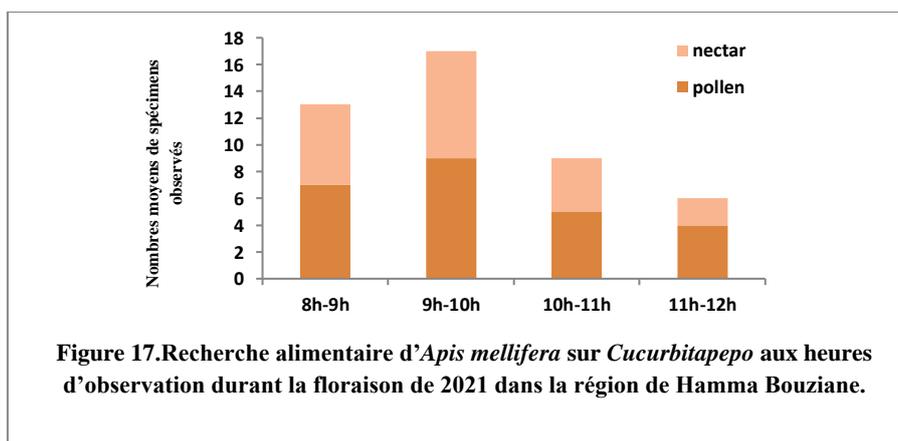
Tableau 3. Temps moyens (en secondes) dépensé par *Apis mellifera* sur les fleurs mâles et femelles de *Cucurbita pepo* (floraison de 2021).

± : écart type ; n= nombre de spécimens observés ; P= pollen ; N= nectar

Fleurs staminées (P)	Fleurs staminées (N)	Fleurs pistillées (N)
n=30	n=35	n=35
29,76±14,39s	60,82 ±9,16s	92,62±23,93s

1.1.6. Recherche alimentaire de l'abeille domestique

Selon la figure 17, les proportions de collecte de pollen et de nectar par l'abeille durant la matinée sont presque identiques et les proportions de collecte sont un peu plus élevées de 8h jusqu'à 10h.



1.1.7. Effet de la pollinisation croisée sur le rendement de *Cucurbita pepo*

Il ressort du tableau 4 que le rendement de la courgette est plus élevé en présence qu'en absence de pollinisateurs. Ainsi, le pourcentage de fruits formés (100%) à partir des fleurs non couvertes est supérieur à celui obtenu sur celles ensachées (18%). Le poids moyen des fruits obtenus en pollinisation libre (237,62±95,48g) est significativement plus élevé que celui obtenu en autopolinisation (161,05±133,85g) ($t=2,92$; $ddl = 116$; $p<0,05$). La taille moyenne des fruits formés en présence d'insectes (18,81±3,64 cm) est plus élevée que celle obtenue en leur absence (12,78±4,03 cm).

Tableau4. Paramètres du rendement de la courgette en autopolinisation et en pollinisation libre (floraison 2021). ± : écart type

	Absence d'insectes		Présence d'insectes	
Nombre de boutons floraux	100		100	
Nombre de fruits formés	18	18%	100	100%
Nombre de fruits déformés	10	56,6%	15	15%
Poids moyen des fruits (gr)	161,05g±133,85		237,62g±95,48	
Taille moyenne des fruits (cm)	12,78±4,03		18,81±3,64	
Nombre moyen de graines/fruit	0		71,24±25,26	

a- Efficacité pollinisatrice de l'abeille domestique dans la production des fruits en fonction du nombre de visites effectuées sur les fleurs

Les résultats obtenus (tab.5) montrent que les fleurs ayant reçu deux visites de l'abeille domestique sont plus gros mais le test statistique n'indique pas de différence significative ($t=1,83$; $ddl = 28$; $p>0,05$), mieux formés, et renferment significativement plus de graines ($t = 4,03$; $ddl = 28$; $p<0,05$).

Tableau5. Efficacité pollinisatrice de l'abeille domestique selon le nombre de visites effectuées sur les fleurs. (± : écart type)

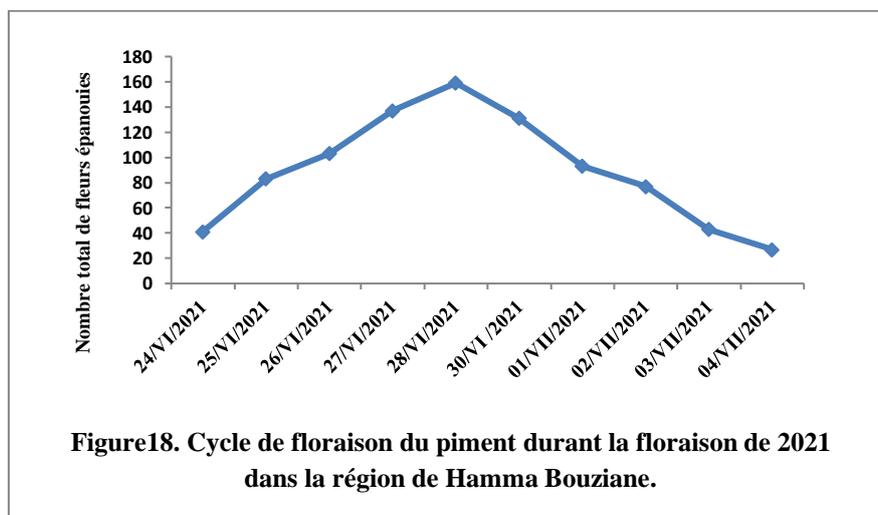
Traitement	1 visite		2 visites	
Nombre de boutons floraux	15		15	
Nombre de fruits formés	15	100%	15	100%
Nombre de fruits déformés	3	20%	1	6,6%
Poids moyen des fruits (gr)	428,46±369,36		668,2±347,11	
Taille moyenne des fruits (cm)	21,68±5,08		25,70±4,81	

Nombre moyen de graines/fruit	39±23,09	43,2±16,48
-------------------------------	----------	------------

1.2. Le piment (*Capsicum annuum* L.)

1.2.1. Floraison de la plante

La période de floraison du piment s'est étalée sur 11 jours. Elle a débuté le 24/VI/2021 et s'est achevée le 04/VII/2021. La floraison s'échelonne du bas vers le haut. En moyenne, un plant comporte 22 fleurs. La floraison de la plante évolue progressivement et atteint un pic le 28 juin (159 fleurs épanouies) puis elle décline progressivement et s'achève le 04 juillet (**fig.18**).



1.2.2. Diversité et densité des insectes butineurs

L'étude réalisée pendant la période de floraison du piment a montré que les insectes butineurs de la plante appartiennent à quatre ordres : Hyménoptères, Coléoptères, Hemiptères et Lépidoptères (tab.6). L'ordre des Hyménoptères est le plus abondant avec 76,74% des visites enregistrées. Ces derniers sont représentés par deux familles : Apidae et Vespidae. La famille des Vespidae est la mieux représentée avec l'espèce *Polistes dominulus* (Christ, 1791) (66,50 %) des visites observées et une densité moyenne/100 fleurs de 213 individus. Les Apidae sont représentés par l'abeille domestique. Les coléoptères avec 15,83% des visites sont représentés par deux familles (Coccinellidae et Scarabaeidae). La famille Coccinellidae compte quatre espèces sur les fleurs : *Coccinella septempunctata* (L, 1758), *Coccinella novemnotata* (Herdst, 1793), *Coccinella undecimpunctata* (L, 1758) et *Hippodamia terdecimpunctata* (L, 1758); la famille des Scarabaeidae est représentée par *Pelidnota punctata* (L, 1758). Les Lépidoptères avec 7,81 % des visites sont représentés par deux familles : Pieridae avec l'espèce *Pieris rapae* (L, 1758) et Lycaenidae avec l'espèce *Plebejus argus* (L, 1758).

Les Hemiptères beaucoup moins nombreux (0,03%) sont représentés par les Lygaeidae avec l'espèce *Spilostethus sexatilis* (Scopoli, 1763).

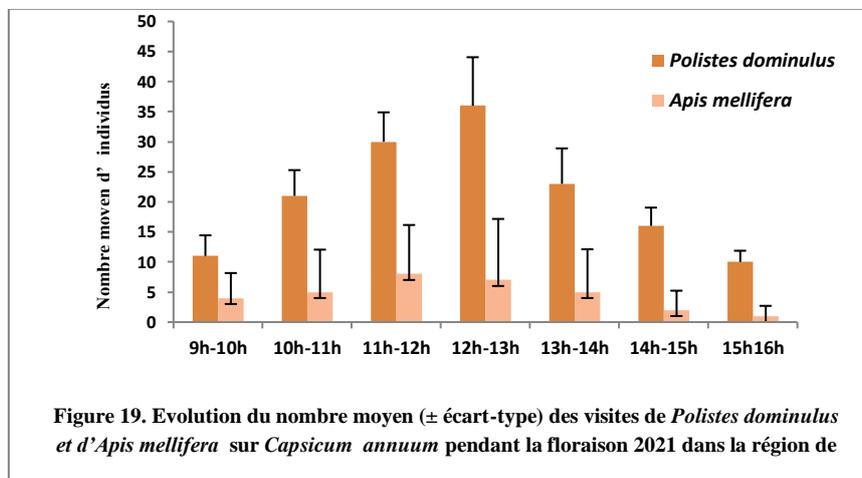
Tableau 6. Nombres moyens d'insectes butineurs de *Capsicum annum* L pendant la floraison de 2021 dans la région de Hamma Bouziane.

N = nombre de spécimens observés

Insectes butineurs	N	Densités/100 fleurs	%
1-Hyménoptères			
*Apidae			
- <i>Apis mellifera</i> (L. 1758)	293	32,77	10,24
*Vespidae			
- <i>Polistes dominulus</i> (Christ, 1791)	1902	212,75	66,50
Total	2196	245,52	76,74
2-Coléoptères			
* Coccinellidae			
- <i>Coccinella septempunctata</i> (L,1758)	421	47,09	14,72
- <i>Coccinella novemnotata</i> (Herbst, 1793)	06	0,67	0,21
- <i>Coccinella undecimpunctata</i> (L, 1758)	21	2,34	0,73
- <i>Hippodamia terdecimpunctata</i> (L,1758)	04	0,45	0,14
*Scarabaeidae			
- <i>Pelidnota punctata</i> (L, 1758)	01	0,11	0.03
Total	453	50,66	15,83
3-Hemiptères			
*Lygaeidae			
- <i>Spilostethus sexatilis</i> (Scopoli, 1763)	01	0,11	0,03
Total	01	0,11	0,03
4-Lepidopteres			
*Pieridae			
- <i>Pieri srapae</i> (L, 1758)	112	12,52	3,91
*Lycaenidae			
- <i>Plebejus argus</i> (L, 1758)	98	10,96	3,43
Total	210	23,48	7,81
Total final	2860	319,77	100

1.2.3. Activité journalière de *Polistes dominulus* et d'*Apis mellifera*

L'activité journalière des deux butineurs les plus abondants sur la plante a été suivie (**fig.19**). Les visites des deux insectes sont plus intenses dans la matinée, puis leur activité diminue progressivement jusqu'en fin de journée.



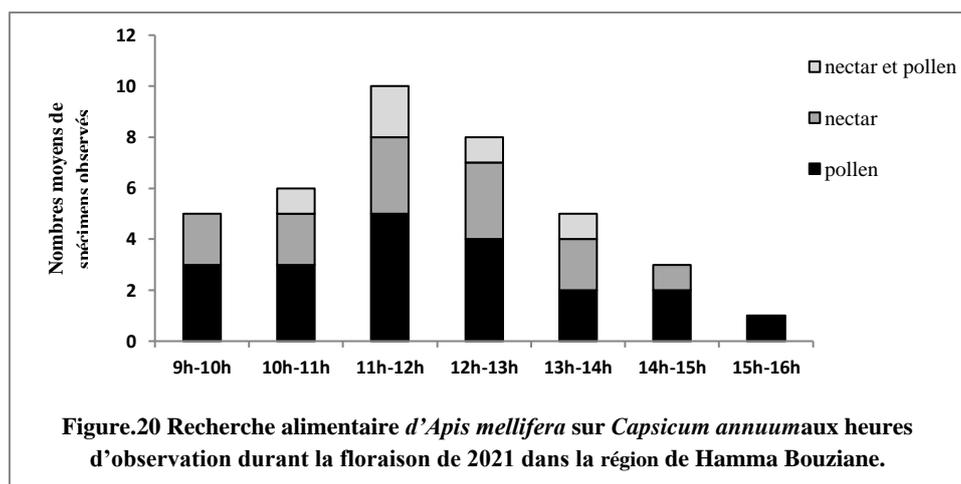
1.2.4. Comportement de butinage des deux butineurs sur le piment

Les visites de *Polistes dominulus* destinées à la récolte de nectar peuvent être fertilisantes (63%, 1200 visites) ou non (37%, 702 visites). Quant à l'abeille domestique, elle a consacré ses visites à la récolte de nectar (42,32%, 124 visites) et du pollen (57,68%, 169 visites) et toutes ses visites sont potentiellement fécondantes.

L'abeille domestique a visité en moyenne 06 fleurs/min, les visites de *Polistes dominulus* sont un peu moins fréquentes, soit 05 fleurs/min.

1.2.5 Recherche alimentaire de l'abeille domestique

Selon la figure 20, les proportions de collecte de pollen et de nectar par l'abeille domestique sont presque identiques et les proportions de collecte sont un peu plus élevées de 11h jusqu'à 13h.



1.2.6 Effet de la pollinisation entomophile sur le rendement de *Capsicum annuum*

Selon les résultats obtenus (tab.7), le rendement de la plante en présence d'insectes est amélioré. Le nombre de fruits obtenus en pollinisation libre (79) est supérieur à celui obtenu en autopolinisation (67). On remarque aussi que le poids moyen des fruits et le nombre moyen de graines/fruit en présence d'insectes sont significativement plus élevés que ceux obtenus en autopolinisation (respectivement $t = 5,53$; $ddl = 110$; $p < 0,01$ et $t = 3,54$; $ddl = 114$; $p < 0,01$).

Tableau 7. Paramètres du rendement *Capsicum annuum* en autopolinisation et en pollinisation libre (floraison 2021). (\pm : écart type)

Traitement	Autopolinisation		Pollinisation libre	
Nombre de boutons floraux	110		110	
Nombre de fruits formés	67	60,91%	79	71,82%
Nombre de fruits déformés	17	25,37%	20	25,32%
Poids moyen des fruits	15,04 \pm 3,11		19,94 \pm 7,12	
Taille moyenne des fruits	11,36 \pm 1,70		11,88 \pm 2,09	
Nombre moyen de graine/fruit	64,61 \pm 16,30		74,40 \pm 19,93	

b-Efficacité pollinisatrice de *Polistes dominulus* dans la production des fruits en fonction du nombre de visites effectuées sur les fleurs

Le rendement obtenu à partir des fleurs pollinisées deux fois par *P.dominulus* est assez similaire à celui obtenu à partir des fleurs qui ont reçu une seule visite de l'insecte (tab.8).

Tableau8.Efficacité pollinisatrice de *Polistes dominulus* selon le nombre de visites effectuées sur les fleurs. (\pm : écart type)

Traitement	1 visite		2 visites	
Nombre deboutons floraux	30		30	
Nombre de fruits formés	26	86,67%	28	93,33%
Nombre de fruits bien formés	20	76,92%	24	85,71%
Poids moyen des fruits	16,86 \pm 5,09		17,92 \pm 8,32	
Taille moyenne des fruits	11,48 \pm 1,16		11,86 \pm 1,08	
Nombre moyen de graines/fruit	67,52 \pm 10,12		69,16 \pm 14,92	

CHAPITRE IV
DISCUSSION & CONCLUSION

Les observations menées dans la région de Constantine sur les deux cultures (courgette et piment) durant la floraison de 2021, ont permis de recenser quatre groupes d'insectes butineurs à savoir les Hyménoptères, les Coléoptères, les Lépidoptères et les Hémiptères. Ces derniers sont cependant absents sur la courgette.

Les Hyménoptères sont le groupe le plus abondant avec 76 % et 77 % des visites enregistrées respectivement sur la courgette et le piment. Les visites des autres groupes d'insectes sur les deux cultures sont peu fréquentes.

Sur *Cucurbit aepo*, les résultats montrent que l'abeille domestique est l'espèce la plus abondante avec 76% des visites enregistrées. Les études réalisées par **Benachour (2008)** ont également montré que l'abeille domestique est le visiteur le plus abondant sur la plante.

Les visites de l'abeille sur les fleurs sont plus intenses entre 8h et 10h lorsque les fleurs sont encore épanouies (principalement pour la recherche du pollen). Les fleurs commencent à se fermer à partir de 10h.30. A 12h, elles sont toutes fermées. **Benachour (2008)** a constaté que les fleurs s'ouvrent approximativement au lever du soleil et se ferment à 10h et les visites de l'abeille sont plus intenses entre 8h et 9h (principalement pour la recherche de nectar).

Le travail réalisé sur *Capsicum annuum* a montré que *Polistes dominula* et l'abeille domestique sont les espèces les plus abondantes avec 66,5% et 10,24% respectivement des visites enregistrées. Les visites des deux insectes sur les fleurs sont plus intenses dans la matinée surtout à 10h et en début d'après-midi (13h). Les études réalisées par Hermann (2019) sur différentes cultures de la famille de Solanaceae ont montré que l'abeille domestique est le visiteur le plus abondant sur ces cultures.

L'observation du comportement de butinage de *A. mellifera* et de *Polistes dominula* sur les fleurs du piment a montré que 100% et 63% respectivement des visites peuvent être positives.

L'efficacité pollinisatrice de l'abeille domestique sur la courgette peut être mesurée par la distribution des individus sur les fleurs mâles et femelles, et par le temps de butinage dépensé sur la fleur. Nos observations ont montré que les visites de l'abeille domestique sont plus nombreuses sur les fleurs mâles ; ceci peut s'expliquer par la concentration plus élevée en sucre du nectar produit par les fleurs mâles. En effet, **Tepedino (1981)** a constaté que le nectar des fleurs mâles contenait un pourcentage en sucres plus élevé que celui des fleurs femelles. Toutefois, le nectar des fleurs femelles peut être plus riche en sucres que celui des fleurs mâles (**Couto et al. 1990 ; Nepi & Pacini 1993 ; Nepi et al. 2001 cités par Benachour 2008**). Les visites de l'abeille sont plus lentes sur les fleurs pistillées, ces résultats corroborent aussi ceux obtenus par **Benachour (2008)**.

Etant une plante monoïque, la présence d'insectes pollinisateurs est indispensable à la production des fruits chez *Cucurbit aepo* L. Nos résultats ont montré que le rendement quantitatif et qualitatif de la courgette est nettement plus élevé en pollinisation croisée qu'en auto-pollinisation. Ces résultats corroborent aussi ceux obtenus par **Benachour (2008)**.

Sur le piment, la présence d'insectes contribue aussi à l'amélioration du rendement de la plante. Le pourcentage de fruits obtenus et le nombre moyen de grains par fruits sont plus élevés que ceux obtenus en autopollinisation. Des résultats concordants ont été aussi obtenus par Hermann (2019) sur les cultures de la famille de Solanaceae

En conclusion, *Polistes dominulus* et l'abeille domestique apparaissent comme des butineurs importants sur le piment, l'abeille domestique dont l'abondance est inférieure à celle de *Polistes* est certainement un pollinisateur important de la plante. Sur la courgette, l'abeille domestique semble être le principal pollinisateur de la plante dans la région. La présence de ruches d'abeilles domestiques dans les champs de ces deux cultures est nécessaire pour l'obtention de rendements élevés et de qualité.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- 1. AGROLIGNE N° 87 - Janvier / Février. 2014.** Marché des fruits et légumes en Algérie, 14p.
- 2. ALMEIDA E.A.B., DANFORTH B.N.(2009).**Phylogeny of colletidbees (Hymenoptera:Colletidae) inferred from four nucleargenes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, Vol. (50) :290-390.
- 3. ANDRE E., (1879).** Espèces des hyménoptères d'Europe et d'Algérie. Ed. Beaune (côte d'or), France. V1. 642p.
- 4. AOUAR-SADLI M., LOUADI K., DOUMANDJI S-E. (2008),** Pollination of the broadbean (*Vicia faba*L.var. major Fabaceae) by wildbees and honeybees (Hymenoptera:Apoidea) and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzou area (Algeria). *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 3(4) : 266-272.
- 5. AOUAR-SADLI M., LOUADI K., DOUMANDJI S-E. (2012) -** New Records of Wild Bees (Hymenoptera, Apoidea) for Wildlife in Algeria. *J. Entomol. Res. Soc (Journal of Entomological Research Society)*, 14 (3): 19 – 27
- 6. BENACHOUR K. 2008.** *Diversité et activité pollinisatrice des abeilles (Hymenoptera:Apoidea) sur les plantes cultivées.* Thèse de doctorat en Entomologie appliquée, université Mentouri de Constantine. 156p.
- 7.BENDIFALLAH L., DOUMANDJI S. E., LOUADI K., ISERBYT S., (2012),** Geographical variation in diversity of pollinatorbeesatnaturelecosystem (Algeria). *International Journal of Science and Advanced Technology*Vol.2; (11):26- 31.
- 8. Birlouez Éric(2020),**Petite et grande histoire des légumes, Quæ, coll. «Carnets de sciences», 175 p.
- 9. Boukortt Y., 2016.** Effets de la salinité sur les caractéristiques physico- chimique d'un sol du périmètre du Bas Cheliff et sur le comportement écophysologique de la courgette (Cucurbitapepo). Mémoire Master Gestion durable de l'environnement.59p.
- 10. CAMPBELL N.A., 1995.** Biologie. DeBoek Université. 1190p.
- 11. CHAGNON, M. 2008.** Causes et effets du déclin mondial des pollinisateurs et les moyens d'y remédier. Fédération canadienne de la faune, Québec, 75p.
- 12. DANFORTH B. N., EARDLEY C., PACKER L., WALKER K., PAULY A., RANDRIANAMBININTSOA F. J., (2008),**Phylogeny of Halictidaewith an emphasis on endemicAfricanHalictinae. *Apidologie*, (39): 86–101.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

13. **Djebli Z E., NEKKECHE M, 2016** – inventaire des insectes butineurs et comportement de butinage de l'abeille domestique (hyménoptère apoïdea) sur deux rosacé fruitier : le pommier (*malus communis*) et le cerisier (*prunuscerasus*) de la région de Hama Bouziane (Constantine). Mémoire de mastère, université mentouri de Constantine. 53p.
14. **EARDLEY C., KUHLMANN M. et PAULY A., (2010 b)**, Les genre et sous genre d'abeilles de l'Afrique subsaharienne. *Abc taxa*, Volume 9.144p.
15. **EATON A. E., MORICE F. D, MORICE R.V.D et SAUNDERS E., (1908)**, Hyménopteraaculeatacollected in Algeria. *Transaction of the Royal Entomological Society of London*. (56):177-274.
16. **ERARD P.,(2002)**, La courgette Edition Buguetcomptour, Macon-Ctifl- Paris, 145 p
17. **FINNAMORE A.T. et MICHENER C.D., (1993)**, Hymenoptera of the world: An identification guide to families, Edited by Henri Goulet and John T. Huber. Centre for Land and BiologicalResourcesResearch Ottawa, Ontario. Minister of Supply and Services Canada. 279p
18. **GALLAIN., SALLES J. M., SETTELE J., VAISSIERE B. 2009**. Economicvaluation of the vulnerability of world agriculture confrontedwithpollinatordecline. *EcologicalEconomics*68: 810-821
19. **GENEVES L.,(1992)**. Reproduction et développement des végétaux. Bioscience DUNOD, Paris. 233p.
20. **GRUBBE J.H., 2004**, Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2. Légumes. France Protas, 737p.
21. **JACOB-REMACLE A., (1990)**, Abeilles sauvages et pollinisation. Faculté des sciences agronomiques de Gembloux.39p
22. **JEAN- PROST P. et LE CONTE Y., (2005)**, Apiculture, connaître l'abeille, conduire le rucher. 7eme édition LAVOISIER, 698p
23. **LE CONTE Y., (2004)**- le vol chez l'abeille « *Apis mellifera* ». *Abeilles & Fleurs*, (648) :20-21
24. **LOUIS J., (1970)**, Etude sur les ailes des hyménoptères. l'aile des hyménoptères mellifères. *Apidologie* (4) :375-400.
25. **LOUIS J., (1972)**, études sur les ailes de l'hyménoptère, Hypothèses relatives aux interactions présumées entre l'évolution de l'aile, la morphologie générale et la biologie des espèces. *Apidologie* (3) :35-54.
26. **LOUVEAU. J., (1990)**, l'abeille dans le monde des insectes. Guide pratique des apiculteurs. Edition OPIDA. *Bulletin Technique Apicole*. 17 (1): 25-28.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

27. **MICHENER C.D., (1979)**, Biogeography of bees. Ann. Missouri Bot. Gard., 66-277-347pp.
28. **MICHENER C.D., (2007)**, The hymenoptera of the world. 2eme ed. The Johns Hopkins University Press Baltimore. 953p.
29. **MICHEZ D., (2008)**, Monographic revision of the Melittidae. I. (Hymenoptera: Apoidea: Dasypodidae, Meganomiidae, Melittidae). Thèse Doctorat Sci. Univ. Mons-Hainaut, Fac. Sci., 72 p
30. **MAGHNI NOUDJOU D., (2006)** ; Contribution à la connaissance des abeilles sauvages (Hymenoptera ; Apoidea) dans les milieux naturels et cultivés de la région de Khenchela Mémoire DE MAGISTER ; Université MENTOURI Constantine.
31. **NEPI M., GUARNIERI M., PACINI E. 2001**. Nectar secretion, Reabsorption, and Sugar composition in Male and Female Flowers of Cucurbita pepo. International Journal of plant Science 162: 353-358.
32. **OUAMANE SOFIANE. ; (2019)**, Enquête sur la culture du piment locale dans la région de Biskra : conduite et biodiversité, mémoire de master ; Université Mohamed khider ; Biskra.
33. **PATINY S. et GASPAR C., (2000)**, premier aperçu de la biodiversité des Panurginae (Hym.: Andrenidae) de l'Anti-Atlas (Maroc). Note faunistiques de Gembloux, (41) : 33-41.
34. **PATINY S., (2003)**, Phylogénie des espèces de *Clavipanurgus* Warncke, 1972 (Hymenoptera, Apoidea : Andrenidae). Annales de la Société entomologique de France. (n.s.), 39 (3) : 229-234.
35. **PATINY S. et MICHEZ D., (2007)**, New insights on the distribution and floral choices of *Systropha Illiger, 1806* in Africa (Hymenoptera, Apoidea), with description of a new species from Sudan. Zootaxa (1461): 59–68.
36. **PAYETTE A., (1996)**, Les Apoïdes du Québec. Abeilles et agriculture, 17(52) : 14-21.
37. **PEYVEL C., (1994)**. Biologie de l'abeille. L'espèce *Apis mellifera* L les grandes races géographiques. Bulletin Technique Apicole, 21 (3) : 120-138.
38. **POUVREAU A., 2004**. Les insectes pollinisateurs. La bibliothèque du naturaliste, 190p.
39. **POUVREAU A. 2004**. Les insectes pollinisateurs. Delachaux & Niestlé, 157 p.
40. **PRAZ C., CARRON G. et MICHEZ D., (2008)**, *Dasypodabracata* EVERSMANN (Hymenoptera, Dasypodidae), espèce nouvelle pour la faune d'Italie. Osmia (2): 16-20.
41. **RASMONT P., EMBER A.W., BENASZAK J. & ZANDEN G. Van der., 1995**. Hymenoptera Apoidea Gallica. Liste taxonomique des abeilles de France, de Belgique, de Suisse et du Grand-Duché de Luxembourg. *Bull. Soc. Ent. France*, 100 (H.S) : 1-98.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

42. **ROCHE M ;(2014)** Prévention et prise en charge des piqûres d'hyménoptères en France métropolitaine : Rôle du pharmacien d'officine ; Thèse Doctorat ; université d'angers France ;18p.
43. **SCHEUCHL E., 1995** - *IllustrierteBestimmungstabellen der WildbienenDeutschlands und Österreichs*. Band I- Anthophoridae, 150p.
44. **SEDIVY C., DORN S. et Muller A., (2013)**,Molecularphylogeny of the beegenusMelitturgulaFriese- FlavomelitturgaWarncke. (Hymenoptera, Andrenidae, Panurginae), 54 p.
45. **STEPHENW. P., BOHART G. E. etTORCHIO P. F., (1969)**, The Biology and ExternalMorphology of Bees. the Agricultural Experiment Station and printed by the Department of Printing, Oregon State University, Corvallis, Oregon, 140 p.
46. **TRISTAN NONDAH. ;(2004)**, Contribution à la stratégie de sélection de génotypes de piments (capsicumannuum,l) adaptés aux conditions tropicales chaudes et humides ;thèse Ingéniera ; Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture ;<https://www.memoireonline.com/>
47. **VAISSIERE B. 2002**. Abeilles et pollinisation. Le courrier de la Nature 196, Spécial Abeilles : 2427.
48. **VAISSIERE B., MORISON N., CARRE G. 2005**, Abeilles, pollinisation et biodiversité. Abeilles et compagnie, 106, 5p.
49. **VERECKEN N., MICHEZ D., COLOMB P. & WOLLAST M., (2010)**,Connaître et aider nos abeilles sauvages (1/4). L'homme et l'oiseau, (1) : 35- 38

Références internet

URL1- <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Marche/courgette.htm>, avril 2021

URL2–<http://blog.lajarre.fr/a-propos-de-la-pollinisation-de-la-courgette>,septembre 2021

ANNEXES

Quelques photos sur la courgette (photos personnelles)



Plants de courgette avec boutons
floraux couverts du tulle



Bouton floral de courgette



Fleur femelle de la courgette



Fleur male de la courgette



Fruit de la courgette

Quelques photos sur le piment (photos personnelles)



Plant depiment



Boutons floraux du piment



Fleur du piment



Fruit du piment

Quelques photos des insectes butineurs des deux plantes dans la région de Constantine pendant la période d'étude mai – juillet 2021 (photos personnelles)

HYMENOPTERES



Polistes dominulus (Christ, 1791)

Bombus terrestris (L, 1758)

COLEOPTERES



Sinodendran cylindricun(Linne.1735)

Trichodes alvarius (Fab.1792)



Coccinella septempunctata (L. 1758)

Coccinella novemnotata (Herbst, 1793)

LEPIDOPTERES



Pieris rapae (L, 1758)

***Valeurs moyennes (\pm écart-type) des variables climatiques enregistrées durant les périodes de floraison (application Météo,<https://weather.com/fr-FR/tenday>)**

	dates	Température (°C)	Vitesse de vent (km/h)	Humidité (HR %)
Courgette	18/V/2021	20,33 \pm 3,01	7 \pm 1,26	69 \pm 11,03
	20/V/2021	19 \pm 2,23	12.5 \pm 3,24	51.75 \pm 7,13
	24/V/2021	19.5 \pm 1,21	18 \pm 2,29	69 \pm 9,51
	25/V/2021	18 \pm 1.84	4.33 \pm 1,01	60.75 \pm 10,98
	27/V/2021	19.33 \pm 2,11	10.4 \pm 3,41	74.3 \pm 8,53
	29/V/2021	20.34 \pm 2,08	14.66 \pm 3,09	72.6 \pm 6,16
	02/VI/2021	26 \pm 1,15	4.33 \pm 0,43	47 \pm 4,96
	05/VI/2021	27 \pm 1.63	5 \pm 0,86	63.5 \pm 11,28
	Moyenne	22,06\pm4,14	10\pm7	61,66\pm12,07
Piment	24/VI/2021	29,6 \pm 2,32	4,4 \pm 1,23	21,56 \pm 7,24
	25/VI/2021	31 \pm 4,06	5 \pm 3,01	19 \pm 5,62
	26/VI/2021	30,33 \pm 1,98	4,2 \pm 2,16	19,42 \pm 6,36
	27/VI/2021	32,01 \pm 2,68	3 \pm 0,98	16,9 \pm 4,08
	28/VI/2021	31 \pm 4,01	5,2 \pm 2,06	18.09 \pm 5,33
	30/VI /2021	32 \pm 3,26	6 \pm 3,21	16 \pm 2,82
	01/VII/2021	32,34 \pm 4,12	7 \pm 3,62	17 \pm 3,41
	02/VII/2021	33 \pm 4,21	7,3 \pm 4,12	17.16 \pm 6,01
	03/VII/2021	32 \pm 1,86	6,6 \pm 3,74	18 \pm 7,11
	04/VII/2021	32,5 \pm 2,41	7 \pm 2,93	16.23 \pm 6,63
	Moyenne	31,57\pm1,06	5,57\pm1,43	18,26\pm1.88

RESUMES

ABSTRACT

The study is being carried out in the region of Hamma Bouziane (Wilaya of Constantine) during the period from May to July 2021 on two crops: zucchini (Cucurbitaceae family) and pepper (Solanaceae family). Observations made during the flowering of each plant have identified four orders (Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera and Hemiptera). Hymenoptera are the most abundant visitors on the two crops with a dominance of the honey bee (*Apis mellifera*) on zucchini and *Polistes dominulas* on pepper. Yields in the presence of pollinating insects on both crops are significantly improved compared to self-pollination.

ملخص

تجرى الدراسة في منطقة حامة بوزيان (ولاية قسنطينة) خلال الفترة ممتدة من مايو إلى يوليو 2021 على محصولين: الكوسة (عائلةCucurbitaceae) و فلفل (عائلةSolanaceae). حددت الملاحظات التي تم إجراؤها أثناء إزهار كل نبتة أربع (Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera) و بعدد hemenopteres من اكثر الزوار وفرة لكلا المحصولين مع هيمنة نحل العسل (*apis mellifera*) على كلتا محصولين بإضافة إلى *polistes m dominulas* على محصول الفلفل .

تم تحسن الغلة في وجود الحشرات الملقحة على كلا المحصولين بشكل ملحوظ مقرنة بالتلقيح الذاتي.

Année universitaire : 2020/2021 Présenté par : Allali Batoul

Chergui Rayene

***Inventaire et efficacité pollinisatrice des insectes
butineurs de la courgette (Cucurbita pepo L.)
(Cucurbitaceae) et du piment (Capsicum annuum L.)
(Solanaceae)***

*Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en filière Biologie
Animale*

Option : Biologie et Contrôle des Populations d'Insectes

L'étude est menée dans les régions de Hamma Bouziane (Wilaya de Constantine) durant la période de mai à juillet 2021 sur deux cultures : la courgette (famille Cucurbitacées) et le piment (famille des Solanacées). Les observations effectuées lors de la floraison de chaque plante ont permis de recenser quatre ordres (Hyménoptères, Coléoptères, Lépidoptères et Hémiptères). Les Hyménoptères sont les visiteurs les plus abondants sur les deux cultures avec une dominance de l'abeille domestique (*Apis mellifera*) sur la courgette et de *Polistes dominulus* sur et l'abeille domestique sur le piment. Les rendements en présence d'insectes pollinisateurs sur les deux cultures sont nettement améliorés en comparaison avec l'autopollinisation.

Mots clés : courgette, piment, Comportement de butinage, abeille domestique, *Polistes dominulus*, rendement.

Laboratoire de recherche : Biosystématique et Ecologie des Arthropodes

Jury d'évaluation :

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

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

Examineur : Mme BAKIRI Esmâ (MCB - UFM Constantine 1).

Date de soutenance

21/09/2021

