



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريش

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : sciences agronomiques

Spécialité : Protection des végétaux

Intitulé :

Contribution à l'étude de la diversité des insectes pollinisateurs (Focus sur Hymenoptera, Apoïdes) dans la région de Bordj Bou Araridj

Présenté par: Charifi Imane & Alouani Amine

Soutenu le 19 / 09/ 2023, Devant le Jury:

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	Mme. SALAMANI A	MAA	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
Encadrant :	M. SAYAH T.	MCB	Université de B.B.A.
Examineur :	M. KHOUDOUR A.	MAA	Université de B.B.A.

Année Universitaire 2022/2023

Remerciement

Louange à ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Nos vifs remerciements vont à notre encadreur Mr : SAYAH Tahar pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Nous tenons à exprimer nos remerciements à Mme SALAMANI Amel et Mr KHOUDOOR Abdelmalek qui ont accepté de présider et d'examiner notre travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à tous nos enseignants de notre faculté.

Nous remercions particulièrement M^{me} Noudjoud BENARFA, de l'université de Tébessa, Mr. Hugues Mouret, Naturaliste Ecologue - Directeur scientifique d'ARTHROPOLOGIA(France), Achik Dorchin, Université de Mons (Belgique). Pour la confirmation et l'identification des spécimens.

Que tous ceux, qui d'une manière ou d'une autre, ont rendu possible la réalisation de ce travail trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Dédicace

À mon cher père, Je veux dédier ma mémoire de fin d'études à toi, qui n'est plus avec moi aujourd'hui, mais qui a toujours été mon plus grand soutien et mon inspiration. Tu as été mon mentor, mon ami et mon conseiller pendant toute ma vie. Tu m'as enseigné la valeur de la persévérance, de l'honnêteté. Tu m'as transmis ta passion pour la vie et ta force intérieure qui m'a permis d'affronter toutes les difficultés avec courage et résilience.

Je ne peux pas exprimer facilement la douleur qui m'envahit quand je réalise que tu n'es plus avec moi physiquement pour partager ce moment important, mais je sais que tu es toujours là pour moi, dans mon cœur et dans mon esprit.

Je t'envoie cette mémoire de fin d'études comme une humble offrande de gratitude pour tout ce que tu as fait pour moi et pour tout l'amour que tu m'as donné. Ton impact sur ma vie est éternel. Je t'aime et tu me manques.

À tout jamais ta fille.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes

Que j'aime et en particulier :

A ma mère qui m'a toujours apporté d'amour

A mon père Samir qui m'encourage avec ces

Conseils qui sont le résumé de la vie qui rester présents

Dans mon cœur.

Et aussi a ma sœur.

Et A ma collègue de cette recherche, Imane charifi

J'adresse mes plus chaleureuses félicitations et lui

souhaite du succès dans sa vie

A tous mes amis et particulièrement (micho, ilyas,

younes rabah, amine, aymne.....).

A toute ma famille.

A tous mes enseignants.

Amine.

Liste des tableaux

<i>Tableau</i>	<i>Pages</i>
Tableau 01 : Les données climatiques mensuelles (Température et pluviométrie) De 1991 Jusqu' à 2020	03
Tableau 02 : Les stations étudiées dans la wilaya du Bordj Bou Arreridj.....	
Tableau 03 : Température moyenne exprimée en degré Celsius, dans la région de BBA.....	05
Tableau 04 : Pluviométries moyenne mensuelles exprimées en mm à BBA.....	15
Tableau 05 : Inventaire des insectes pollinisateurs.....	19
Tableau 06 : La Richesse stationnelle.....	23
Tableau 07 : valeurs de l'abondance absolue à travers les cinq stations.....	24
Tableau08 : Répartition des espèces selon leur abondance relative.....	27
Tableau 09 : Les différentes catégories d'espèces selon leurs fréquence d'occurrence	27
Tableau 10 : Variation stationnelle de la Diversité de Shannon-Weaver, diversité Maximale et équitabilité	29
Tableau 11 : Variation zonale de la Diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et équitabilité.....	29

Liste des figures

Figures

Pages

Figure 01 : Situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (Conception : Amara Korba, 2019/QGIS®).....	03
Figure 02 : Le diagramme Ombrothermique de la station de BBA.....	04
Figure 03 : Définition schématique de la Pollinisation (source : http://www.mabiologie.com/2016/11/la-pollinisation.html)	07
Figure 04 : Appareil buccal de Coléoptère Oedemerid s (D'après POUVREAU, 2004)	07
Figure 05 : Proboscide Trompe Diptère - Insectes. et autres bestioles Mikroskopia (Source : https://forum.mikroskopia.com/topic/18389-proboscide-trompe-dipt%C3%A8re/).....	08
Figure 06 : Pièces buccales d'un Lépidoptère. https://www.histordefrance.fr/encyclopedie/sciences_naturelles/p/papillons.htm).....	09
Figure 07 : Principaux caractères morphologiques des apoïdes (Jacob-Remacle, 1990).....	09
Figure 08 : Tubes translucides	13
Figure 09 : Piégeage aux coupelles (photo originale).....	14
Figure 10 : Taux d'espèces des différents Ordres	21
Figure 11 : Taux des espèces au sein de chaque famille des Hyménoptères.....	21
Figure 12 : Variations stationnelle de l'abondance absolue.....	26
Figure 13 : Constance appliquée aux différentes espèces	28

Liste d'abréviation

T_x : Température moyenne maximal

T_n : Température minimale moyenne

T_m : Température moyenne

C° : degré Celsius

BBA : Bordj Bou Arreridj

Préc : précipitation mensuelle

P : Précipitation

mm : millimètre

S : la richesse totale

RS : Richesse spécifique stationnelle

S_m : la richesse moyenne

Aa : l'abondance absolue

Ar : l'abondance relative

Si : nombre moyenne d'individus observés a chacun des relevée

N_r : nombre de relevés

n_i : est le nombre des individus de l'espèce i prise en considération .

N : est le nombre total des individus toutes espèces confondues

H' : l'indice de diversité.

H' max : Diversité maximal

F.C : la fréquence centésimale

FO : Fréquence d'occurrence

E : Equitabilité.

% : Le pourcentage

Tables des matières

Remerciement

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....	01
Chapitre I : Matériels et méthodes.....	02
I.1. Présentation de la région d'étude.....	02
I.1.1. Situation et limites géographiques.....	03
I.1.2. Données climatiques.....	03
I.1.3.Choix et présentation des stations d'étude	05
I.2. Présentation du modèle biologique.....	05
I.2.1. Insectes pollinisateurs.....	06
I.2.2. La pollinisation : définition.....	07
I.2.3.Caractéristiques typiques des insectes pollinisateurs.....	07
I.2.3.1. Les Coléoptères.....	07
I.2.3.2.Les Diptères	08
I.2.3.3. Les Lépidoptères.....	08
I.2.3.4. Les hyménoptères.....	09
I.2.4. Rôle écologique et importance économique des insectes pollinisa- teurs	10
I.2.4.1. Rôle environnementale.....	10
I.2.4.2. Rôle économique.....	11
I.2.5. Les cause du déclin des insectes pollinisateurs.....	12
I.3.Matériel et méthode de travail.....	12
I.3.1. Techniques d'échantillonnage	12
I.3.2.La chasse à vue par approche directe.....	13
I.3.2.1.La cueillette à la main (en utilisant les contenants transparents ou translucides).....	13
I.3.2.2.La cueillette à la main (en utilisant le filet à insectes).....	13
I.3.2.3.Le filet à papillons.....	14
I.3.2.4.Le filet fauchoir.....	14
I.3.2.5.Piégeage aux coupelles.....	14
I.4.Caractérisation climatique de la période d'étude (2022-2 023).....	15
I.4.1.La température.....	15
I.4.2.La pluviométrie.....	15
I.5.Méthode utilisée au laboratoire.....	16
I.5.1.Critères d'identification et clés utilisées.....	16
I.6. Analyse écologique et statistique.....	16
I.6.1.Richesses totales.....	17

I.6.2. Richesse moyenne (Sm).....	17
I.6.3. Abondance absolue (Aa).....	17
I.6.4. Abondance relative (Ar) ou La fréquence centésimale (F.C.).....	17
I.6.5. La fréquence d'occurrence.....	17
I.6.6. Diversité spécifique.....	18
I.6.7. La diversité spécifique maximale H' max.....	18
I.6.8. Indice d'équitabilité de Piélou.....	18
Chapitre II : Résultats et discussion.....	19
II. Etude du peuplement des insectes pollinisateurs	19
II.1. Inventaire du peuplement des insectes pollinisateur.....	19
II.2. Caractéristiques du peuplement.....	22
II.2.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition.....	22
II.2.1.1. La Richesse spécifique.....	22
II.2.1.2. Abondance absolue (Aa).....	23
II.2.1.3. Abondance relative (Ar) ou La fréquence centésimale (F.C.).....	26
II.2.1.4. La fréquence d'occurrence.....	26
II.2.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure.....	28
II.2.2.1. Diversité spécifique et équitabilité.....	28
Discussion	30
Conclusion générale.....	34

Références bibliographique

Annexe

Résumé

Introduction

L'importance des insectes pollinisateurs dans les productions agricoles, principalement les abeilles domestiques et sauvages, n'est plus à prouver mais reste généralement méconnue. Ainsi 70% des espèces végétales cultivées pour la consommation humaine dans le monde dépendent de la pollinisation entomophile (c'est-à-dire par les insectes) avec notamment les arbres fruitiers et les cultures oléagineuses (exemple : colza et tournesol). Cette dépendance est plus ou moins importante suivant les cultures. **(Pierre, et Delègue, 2009)**

L'activité de pollinisation assurée, notamment par les insectes et particulièrement par les abeilles, a 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)**. **Losey & Vaughan (2006)** ont estimé à plus de 3 milliards \$US la valeur annuelle de la pollinisation des cultures par les pollinisateurs sauvages aux États-Unis seulement.

Bien que de nombreux ordres d'insectes participent à la pollinisation (Diptères, Lépidoptères, Coléoptères), les Hyménoptères jouent un rôle prédominant et, parmi eux, principalement les abeilles au sens large (abeille domestique *Apis mellifera*, bourdons *Bombus* sp, diverses espèces d'abeilles solitaires comme les mégachiles et les osmies). **(Pierre, et Delègue, 2009)**.

Du fait de caractéristiques morphologiques et comportementales, les abeilles qui regroupent l'ensemble des Hyménoptères de la super-famille des Apoïdes (Apoidea), sont considérées comme les principaux pollinisateurs au niveau mondial **(Roubik 1995, Danforth 2006)**. Le nombre d'espèces d'abeilles est estimé à 25 000 - 30 000 dans le monde **(Michener 2007)**. Il existe des espèces sociales (tels que les bourdons *Bombus* sp. et l'abeille domestique) et des espèces solitaires. (Colletidae, Andrenidae, Mellitidae, Halictidae, Megachilidae, Anthophoridae).

Pour les hyménoptères (Apoidea) plusieurs études ont été menées en Algérie, nous citons à titre d'exemple les plus récents, **(AGUIB, 2014)**, **(BENARFA, 2014)**, **(Tahri et Cherragui 2017)**, **(BENACHOUR et HOUARI, 2020)**, **(Bakhouche et Aoulmi, 2020)**

Ces études ont développé plusieurs aspects à savoir la systématique, la biologie, l'écologie.

Le but principal de notre étude est de contribuer d'une part, par cet inventaire, à mettre au jour les différentes espèces des insectes pollinisateurs présents au niveau de notre zone d'études, en mettant l'accent sur les Apoïdes. Afin d'établir une liste systématique et d'autre part, déceler les différents habitats et biotopes que fréquente ces espèces.

Par conséquent, nous allons contribuer à la réalisation d'une référence de données sur les insectes pollinisateurs dans la région de Bordj Bou Arreridj.

La présente étude s'articule autour de deux chapitres, dont le premier a pour objet, la présentation des stations d'étude et la méthodologie de travail.

Le deuxième chapitre rend compte des résultats obtenus et leurs discussions. Enfin, une Conclusion générale et des perspectives clôturent notre étude

Chapitre I : Matériels et méthodes

I.1. Présentation de la région d'étude

I.1.1. Situation et limites géographiques

Situation géographique de la wilaya de BBA :

La région de Bordj Bou Arreridj occupe une superficie de 3 920,42 km² dans la partie centrale du haut plateau de l'Est de l'Algérie. Sur le plan géographique, la wilaya de Bordj Bou Arreridj est située entre les latitudes 35° et 37° Nord et entre les longitudes 4° et 5° Est. La ville de Bordj Bou Arreridj se trouve spécifiquement à la latitude 36° Nord et à la longitude 4°30' Est. Le relief de la région de Bordj Bou Arreridj varie, avec un point culminant dans la commune de Taglait, atteignant 1 885 m sur le Djebel EchChlendj de la chaîne des Maâdid, et un point le plus bas à l'Est sur l'Oued Bousse-lam, atteignant 302 m. (Hutchinson, 1993). Située sur les hauts plateaux Est du pays, la région est bordée au Nord par la Wilaya de Béjaïa, à l'Est par la wilaya de Sétif, à l'Ouest par la wilaya de Bouira et au Sud par la wilaya de Msila (Figure 01).

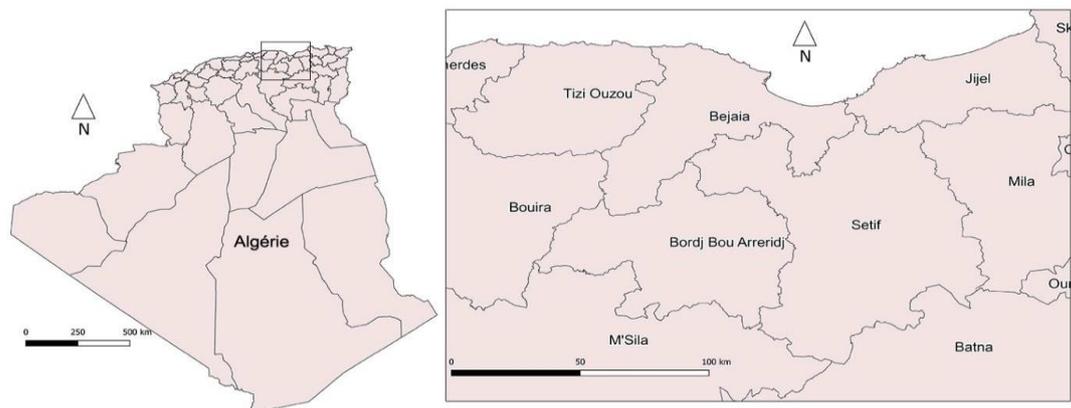


Figure 01 : Situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (Conception : Amara Korba, 2019/QGIS®).

1.1.2. Données climatiques

Les données climatiques de la région de notre étude sont reportées dans le tableau (01)

Tableau 01 : Les données climatiques mensuelles (Température et pluviométrie) de 1991 Jusqu' à 2020 (Source : Station météorologique de BBA et Infoclimat .fr)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tx (C°)	11,2	12 ,4	16,0	19,6	25,1	31,3	35,5	34,6	28,4	22,1	15 ,0	11,8
Tn(C°)	2,4	2,7	5,3	7,7	11,9	16,5	20,1	19,7	15,8	12,0	6 ,4	3,5
Tn(C°)	6,8	7,6	10,6	13,6	18,5	23,9	27,8	27,2	22,1	17,5	11,1	7,6
Préc (mm)	34,1	263	35 ,7	41,6	40,9	33,2	11,4	16,0	50,2	36,4	32,4	34,4

Tx : Température moyenne maximal

Tn : Température minimale moyenne

Tm : Température moyenne

Préc : précipitation mensuelle

Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région. Il met en évidence les thermiques et pluviothermiques d'un site Donné.

Le diagramme Ombrothermique de **Bagnouls et Gaussen (1953)** permettent de comparer l'évolution temporelle des valeurs de températures et des précipitations. **Bagnouls et Gaussen (1953)** définissent le mois sec comme celui ou le total mensuel de la précipitation exprimée en millimètre est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimé en degré Celsius ($P \leq 2T$).

La construction du diagramme se fait en plaçant sur l'axe des abscisses les mois de l'année, et sur l'axe des ordonnées à double échelle, on porte sur le côté droit la température, et sur la gauche les précipitations

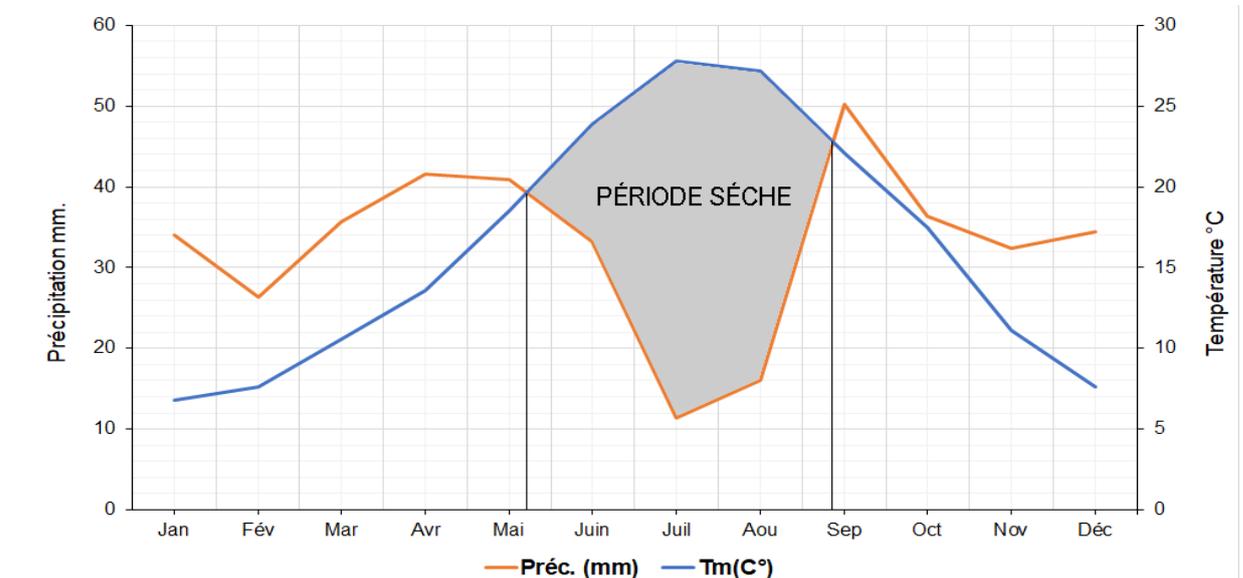


Figure 02 : Le diagramme Ombrothermique de la station de BBA

La Figure 2 indique une période sèche de 04 mois qui s'étale du début du mois de Mai jusqu'à la fin Aout.

L'analyse des valeurs de la température moyenne de (1991-2020) (Tableau 1) montre qu'il existe une amplitude thermique de (21 C°) (la température maximale est de (27,8 C°) en Juillet et de (6,8 C°) en janvier.

D'après le tableau 01, on peut distinguer : le total de cumul-pluie de (1991-2020) de la région de Bordj-Bou-Argeridj est (392,6 mm). Le régime pluviométrique est de type (APHE), la quantité la plus faible de pluie a été enregistrée durant les mois Juillet avec (11,4 mm), par contre le mois le plus arrosé est le mois de Septembre avec (50,2 mm)

I.1.3.Choix et présentation des stations d'étude

Dans l'impossible de couvrir toute la région d'étude, donc Il est nécessaire de procéder à un échantillonnage des milieux d'étude et de travailler sur des sites représentatifs, où les conditions apparaissent, plus ou moins homogènes.

Pour mener notre étude portant sur l'inventaire des insectes floricole (pollinisateur), dans la région de BBA, nous avons choisi cinq stations géographiquement, à savoir (Pépinière de Ras el oued, Pépinière de El Hammadia, Dachra , Maamoura ,Wlad Brahem).

Sachant qu'une station, est une circonscription d'étendue quelconque représentant un ensemble complet et défini de conditions d'existences nécessaires aux espèces qui l'occupent (**Dajet et Gordon 1982**).

Pour chaque station, plusieurs paramètres ont été prises en considération : le nom de la commune où est située la station, les coordonnées GPS, l'altitude, la composition floristique et le pourcentage de recouvrement végétal (Tableau 02).

Tableau 02: Les stations étudiées dans la wilaya du Bordj Bou Arreridj

Station	Alti-tude	coordonnées géographiques	Etage bioclimatique	L'année de récolte	Type de couverture végétale
Pépinière de Ras el oued	1100	35° 56' 30" Nord, 5° 02' 08" Est	Semi-aride	2023	pépinière des plants ornementaux
Wlad brahem	1200	35° 52' 25" Nord, 5° 04' 35" Est	Semi-aride	2023	Friches
Pépinière de Hamadia	1140	35° 58' 47" Nord, 4° 44' 51" Est	Semi-aride	2023	pépinière mixte et parcelle en friches
Dachra	1180	35° 54' 36" Nord, 4° 55' 35" Est	Semi-aride	2023	Friches et espaces verts avec plantes ornementaux
Maamoura	1322	35° 52' 49" Nord, 4° 58' 31 ,11" Est	Semi-aride	2023	Lisière forestière avec du chardon bleu

I.2. Présentation du modèle biologique

I.2.1. Insectes pollinisateurs

Les écosystèmes et en particulier, les agro écosystèmes abritent une grande diversité d'Arthropodes qui contribuent à leur productivité et à leur durabilité. Parmi ceux-ci

figurent les insectes pollinisateurs, qui transportent le pollen des organes mâles aux organes femelles des plantes, assurant ainsi la formation des fleurs ou des graines.

Les insectes pollinisateurs sont considérés comme des insectes auxiliaires, car pour de nombreuses cultures ils sont indispensables à la fécondation et donc à la fructification. Leur rôle est donc primordial pour la reproduction des végétaux et donc la pérennité de la chaîne alimentaire. Ils sont essentiels à la survie des espèces végétales, animales et humaines. La majorité des insectes pollinisateurs appartiennent à quatre grands ordres : Coleoptera, Lepidoptera, Diptera et Hymenoptera.

Au-delà de ces 4 principaux ordres, d'autres insectes se nourrissent également (tout ou partie) dans les fleurs et peuvent ainsi participer au transport des grains de pollen (donc à la pollinisation), comme les Hémiptères (punaises), Névroptères (chrysopes), Dermaptères (perce-oreilles), Thysanoptères (thrips)...

C'est cette grande diversité de formes et de mœurs qui est essentielle à la pollinisation et donc au bon fonctionnement des écosystèmes. (**Mouret et al, 2023**)

Les Hyménoptères type Bourdons et Abeilles est l'Ordre qui a une importance considérable.

Du fait de caractéristiques morphologiques et comportementales, les abeilles sont considérées comme les principaux pollinisateurs au niveau mondial (**Roubik 1995, Danforth et al, 2006**). Les abeilles regroupent l'ensemble des Hyménoptères de la super-famille des Apoïdae.

Le nombre d'espèces d'abeilles est estimé à 25 000 - 30 000 dans le monde (**Miche-ner 2007**).

Il existe des espèces sociales (tels que les bourdons *Bombus* sp. et l'abeille domestique) et des espèces solitaires. (Colletidae, Andrenidae, Mellitidae, Halictidae, Megachilidae, Anthophoridae).

Les Bourdons (*Bombus terrestris*) jouant le rôle le plus important à l'échelle mondiale pour les arbres fruitiers et les plantes fourragères.

I.2.2. La pollinisation : définition

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 grami-

nées), 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 (POUVREAU 2004, GENEVES L., 1992). (fig.3).

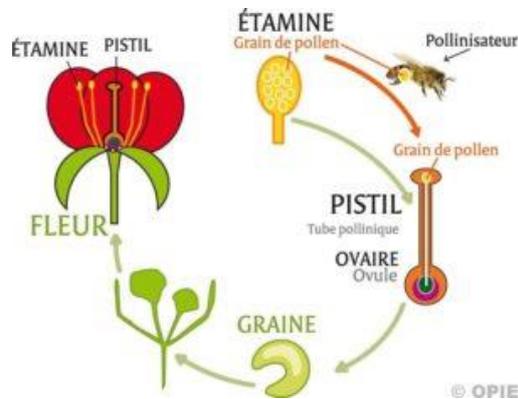


Figure 03 : Définition schématique de la Pollinisation (source : <http://www.mabiologie.com/2016/11/1a-pollinisation.html>)

I.2.3.Caractéristiques typiques des insectes pollinisateurs

I.2.3.1. Les Coléoptère

Les Coléoptères (Cétoines et Oedemerides aux longs poils en brosse sur les maxilles, Coccinelles, Cantharides, Melyrides...). (fig.04: a, b, c). 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)

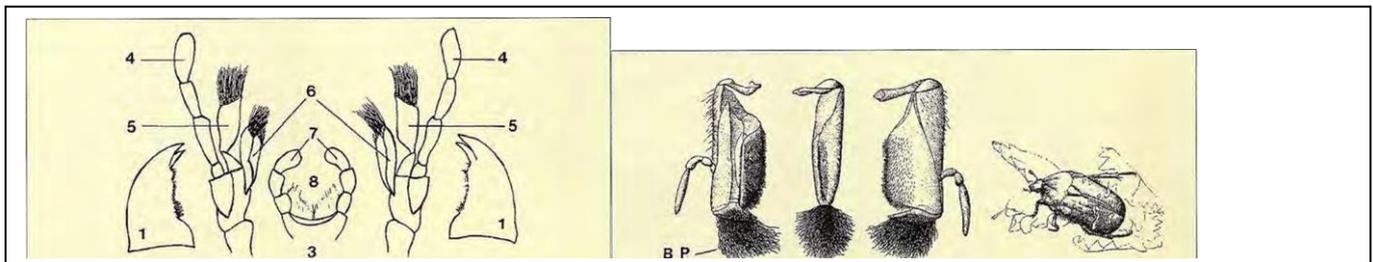


Figure0 4 : Appareil buccal de Coléoptère Oedemerid s (D'après POUVREAU, 2004).

1 - mandibules ,2 - maxilles, 3 - Labium, 4 -palpes maxillaires, 5 - galeas, 6 - lacinias , 7 – palpes labiaux, 8- glosse.

(b) : Maxilles de *Cetonia aurata* L. (Scarabaeidae) Vues sous différents angles (D'après Barth, 1985in Pouvreau, 1996)

B P - brosse à pollen.

I.2.3.2. 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). Les Diptère Syrphidae femelle très commun *Episyrphus balteatus* lèche directement les anthères d'une étamine témoigne du rôle important des Diptères floricoles dans la pollinisation (fig.05).

Au sein des Diptères, ce sont les seules espèces à pouvoir prélever à la fois pollen et nectar, ce qui traduit leur spécialisation dans l'exploitation des ressources florales. Le nombre d'espèces de syrphes est estimé

À 6000 dans le monde (Sommaggio 1999)

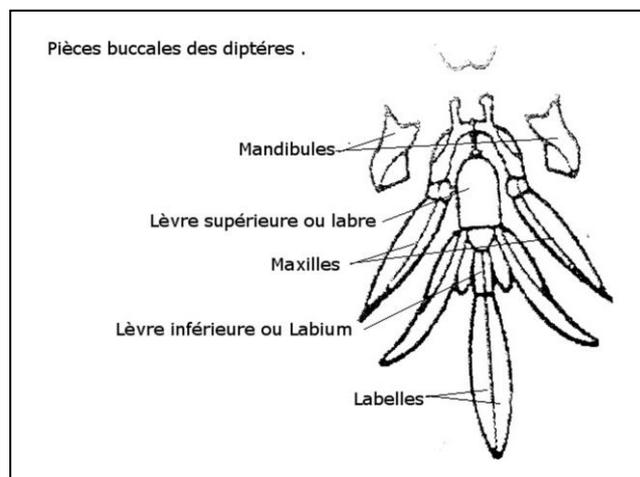


Figure 05 : Proboscide Trompe Diptère - Insectes. Et autres bestioles Mikroskopia (Source : <https://forum.mikroskopia.com/topic/18389-proboscide-trompe-dipt%C3%A8re/>)

I.2.3.3. Les Lépidoptères

Les Lépidoptères possèdent une trompe permettant d'atteindre le nectar de fleurs très étroites, moins accessible aux autres pollinisateurs (fig. 06). Parmi eux on peut distinguer les papillons de jour (ou Rhopalocères), et les papillons dits de nuit (ou Hétérocères). Ils peuvent avoir une activité nocturne, diurne ou les deux (POUVREAU, 2004).

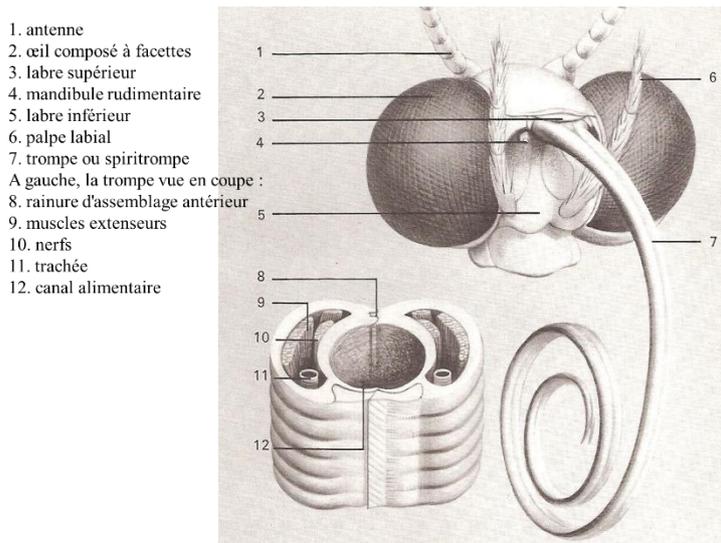


Figure 06: Pièces buccales d'un Lépidoptère.

(https://www.histordefrance.fr/encyclopedie/sciences_naturelles/p/papillons.htm)

I.2.3.4. Les Hyménoptères

L'ordre des Hyménoptères est celui qui a le plus d'importance en termes de pollinisation. Un labium long permet à ces insectes d'aller chercher du nectar moins accessible. Le rôle principal est tenu par la superfamille des Apoïdes (**POUVREAU, 2004**). Les Apoïdes comprennent les bourdons et les abeilles, soit 20 000 à 30 000 espèces dans le monde. (fig. 07).

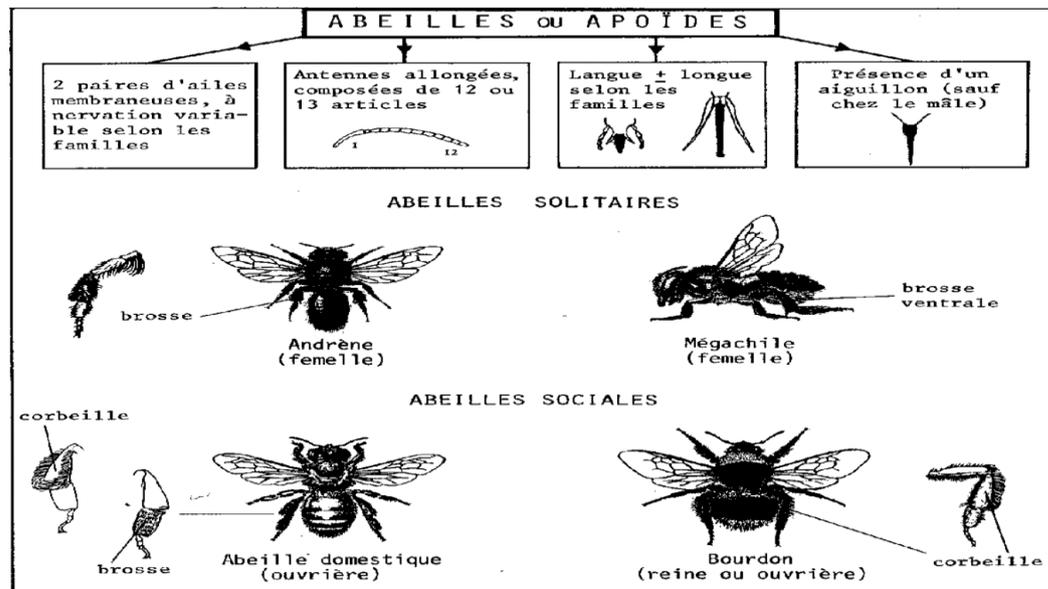


Figure 07 : Principaux caractères morphologiques des apoïdes (Jacob-Remacle, 1990)

L'efficacité pollinisatrice des abeilles est liée : Aux poils branchus qui recouvrent leur corps et qui permettent une fixation et un transport efficace des grains de pollen.

À leur régime alimentaire exclusivement constitué de ressources tirées des fleurs : nectar (apport glucidique), pollen (apport protéique et lipidique et source de vitamines et d'éléments minéraux), huiles parfois. Les adultes visitent les fleurs pour leurs besoins propres mais également pour la constitution de réserves pour les larves.

À leur comportement de butinage : un individu donné visite de préférence la même espèce (ou le même type) de fleur au cours de sa vie. Cette fidélité, ou constance florale, favorise le dépôt de pollen conspécifique (**Michener 2007**).

Les abeilles domestiques sont polylectiques, c'est-à-dire qu'elles utilisent une large gamme d'espèces végétales pour se nourrir, mais une ouvrière reste fidèle à une espèce végétale lors d'un voyage de butinage (**Michener 1974, in Zerck, 2013**)

-le bourdon terrestre (*Bombus terrestris*), également domestiqué, est principalement employé pour la pollinisation des cultures de tomate sous serres.

-d'autres espèces comme *Megachilerotundat*, *Nomiamelanderi* et *Osmia* (espèces solitaires) sont élevées pour la pollinisation des grandes surfaces de luzerne porte-graine dans le nord-ouest des Etats-Unis. Ces trois espèces sont aussi très efficaces pour la pollinisation des arbres fruitiers. (**Chagnon, 2008 in Arem, 2011**).

I.2.4. Rôle écologique et importance économique des insectes pollinisateurs

La pollinisation entomophile joue un rôle majeur dans l'équilibre des écosystèmes et le maintien de la biodiversité. Bien qu'il soit difficile d'estimer de manière précise la valeur écologique et économique de la pollinisation, les insectes pollinisateurs fécondant près de 75% des végétaux que nous consommons (cultures fruitières, légumières et oléagineuses) et 90% des plantes sauvages, ce service a cependant été estimé entre 160 et 689 milliards de dollars chaque année. (**Gilles, 2019**).

I.2.4.1. Rôle environnementale

Les insectes interviennent dans la pollinisation des $\frac{3}{4}$ des espèces végétales cultivées dans quatre secteurs principaux:

- l'arboriculture fruitière, en particulier les rosacées fruitières (abricotier, amandier, cerisier, pêcher, poirier, pommier et prunier) et le kiwi.

- les grandes cultures : céréales (sarrasin), cultures oléagineuses (colza et tournesol), et protéagineuses (féverole).
- les cultures maraîchères : cucurbitacées (courgette, melon et pastèque), solanées (tomate, poivron et aubergine), rosacées (fraises et petits fruits rouges).
- les cultures porte-graine des espèces indiquées précédemment.

Avec 20 000 espèces, les abeilles (solitaires ou sociales) constituent la grande majorité des insectes pollinisateurs. La diminution des abeilles mellifères (*Apis mellifera*) à travers la planète ne représente qu'une infime partie du phénomène. En effet, l'équilibre des écosystèmes repose essentiellement sur une large diversité d'espèces solitaires dont la disparition constitue une menace encore plus importante pour l'environnement.

Selon certains auteurs, plus de 80% des espèces cultivées et des plantes à fleurs dépendent directement pour leur pollinisation de 20 000 espèces d'abeilles dans le monde (**Vaissière et al. 2005**).

De nombreuses essences forestières dépendent presque exclusivement des abeilles sauvages pour assurer leur reproduction par pollinisation croisée. Parmi elles, des rosacées telles que l'alisier, l'aubépine, l'églantier, le merisier, ou le sorbier, des éricacées comme la myrtille ou la bruyère, des lamiacées, ainsi que des herbacées parmi lesquelles on compte les sauges, les vipérines et les orchidées.

Dans les forêts tropicales d'Amérique centrale, les insectes peuvent assurer 95 pour cent de la pollinisation des arbres de la canopée et 50 % pour des plantes des étages inférieurs.

La disparition des pollinisateurs entraînerait donc la disparition de toutes ces espèces. Une perte des pollinisateurs déséquilibrerait les écosystèmes. (**FAO, 2009**).

I.2.4.2. Rôle économiques

L'Inra et le CNRS ont estimé à 153 milliards d'euros la contribution des pollinisateurs à la production alimentaire mondiale pour l'année 2005. Ce chiffre démontre la vulnérabilité de l'agriculture face au déclin des pollinisateurs.

La production de plus des trois quarts des cultures, soit la majorité des cultures fruitières, légumières, oléagineuses et protéagineuses, de fruits à coques, d'épices et de stimulants (café, cacao), bénéficie de l'activité pollinisatrice des animaux, alors qu'un quart n'en dépend pas du tout.

En terme pondéral, 35% de la production mondiale de nourriture résulte de la production de cultures

Dépendant des pollinisateurs, 60% provient de cultures qui n'en dépendent pas (principalement les céréales) et 5% provient de cultures pour lesquelles l'impact des pollinisateurs est encore inconnu.

Dans ce contexte, le déclin des insectes pollinisateurs est une préoccupation majeure. Le service de pollinisation est un service gratuit mais qui pourrait avoir un impact important d'un point de vue économique si les pollinisateurs venaient à disparaître.

(Jolivet et Descoins, 2009).

I.2.5. Les causes du déclin des insectes pollinisateurs

Nous vivons actuellement un déclin et une disparition de nombreuses espèces d'insectes pollinisateurs : une vraie crise de la pollinisation à l'échelle mondiale. Les abeilles de ruche ne sont pas les seules victimes. En effet, de multiples espèces d'abeilles sauvages, de même que les populations d'insectes en général sont concernées : 41% des espèces d'insectes suivies sur le long terme dans le monde sont en déclin et 31% menacées d'extinction **(Gemenne et Rankovic, 2019).**

Selon **AFSSA (2008)**, les fléaux touchant les pollinisateurs ne manquent pas. Cinq facteurs ont été identifiés comme pouvant entraîner un déclin. Ce sont les agents biologiques, les agents chimiques, la dégradation et la disparition des habitats, les pratiques apicoles et le changement climatique.

I.3. Matériel et méthode de travail

Pour récolter les insectes, il est nécessaire de posséder un matériel approprié aux différents prélèvements d'insectes.

I.3.1. Techniques d'échantillonnage

Les méthodes et les techniques d'échantillonnage d'insectes varient, selon leurs habitats.

L'intérêt de chacune des techniques est variable en fonction de la nature de nombreux paramètres, dont l'objectif d'étude, la nature du milieu à prospecter, le couvert végétal et l'espèce étudiée

Une méthode d'échantillonnage se doit d'avoir plusieurs qualités, notamment une perturbation minimale du milieu et de la faune, une représentation la plus fidèle possible du peuplement et une faible durée du temps

D'échantillonnage (**Canard 1981**).

Une méthode d'échantillonnage se doit d'avoir plusieurs qualités, notamment une perturbation minimale du milieu et de la faune, une représentation la plus fidèle possible du peuplement et une faible durée du temps d'échantillonnage (**Canard 1981**).

Dans notre étude, nous avons utilisé deux moyens de récoltes : La chasse à vue et le piégeage (Piégeage aux coupelles).

I.3.2. La chasse à vue par approche directe

I.3.2.1. La cueillette à la main (en utilisant les contenants transparents ou translucides)

Selon **BENKHELIL (1992)**, la cueillette à la main des insectes, semble être la meilleure méthode pour fournir des données précises. C'est l'une des techniques les plus sûres pour déceler les liens trophiques entre les espèces.

Plusieurs espèces d'insectes, notamment les abeilles, ont été capturées pendant leur butinage sur les fleurs à l'aide de petits pots en plastique (6,5cm de hauteur et 4cm de diamètre, munis d'un couvercle). (**Louadi et al. 2008**). Ces tubes permettent une chasse efficace en diminuant les risques de bris et les blessures car ils servent à récolter certaines espèces de petite taille. Figure 08



Figure 08 : Tubes translucides

I.3.2.2. La cueillette à la main (en utilisant le filet à insectes)

Les espèces à vol rapide ont été capturées avec un filet à insectes.

I.3.2.3.Le filet à papillons

Ce filet sert surtout à attraper des insectes volants. Deux techniques sont utilisées. La première consiste à capturer l'insecte en vol d'un coup de filet latéral. La deuxième consiste à emprisonner l'insecte dans le filet en le rabattant sur lui.

I.3.2.4.Le filet fauchoir

Ce filet permet de récolter les insectes dans les hautes herbes et les arbustes. Il doit être manié vigoureusement pour balayer la végétation par de rapides mouvements latéraux. Ces gestes énergiques prennent les insectes par surprise.

I.3.2.5.Piégeage aux coupelles

Les coupelles sont de petits bols colorés. En général, les hyménoptères (abeilles, guêpes et fourmis) ainsi que les diptères (mouches) sont fortement attirés par la couleur jaune qui sont utilisés pour attirer et capturer les insectes dans l'eau (**Potts et al 2007**).Elles constituent une méthode indirecte de collecte des insectes, car les pièges autonomes, tels que les pièges à coupelles, délèguent la capture des abeilles sans la présence d'un collecteur humain (**Dufrêne et Carré, 2009**). Les coupelles sont également utilisées comme référence dans de nombreuses études sur la faune des abeilles. L'un des avantages de cette méthode est que l'échantillonnage peut être prolongé et réalisé simultanément dans tous les sites sélectionnés pour les prélèvements. (www.alarmproject.net ; <http://online.sfsu.edu/-beeplot/>).



Figure 09: Piégeage aux coupelles (photo originale)

I.4.Caractérisation climatique de la période d'étude (2022-2023)

Les êtres vivants sont étroitement liés au climat et leur distribution est largement influencée par celui-ci (**Faurie et al. 1984**). Les facteurs climatiques tels que la température, la pluviométrie jouent un rôle fondamental dans la répartition des espèces vivantes. Pour mieux comprendre ces influences, nous présenterons dans la section suivante les données relatives à la température, à la pluviométrie de la région étudiée

I.4.1.La température

La température joue un rôle primordial parmi les divers facteurs climatiques, ayant un impact direct sur les organismes vivants et leur environnement (**Dreux, 1980**). Selon (**Dajoz 2006**), elle est considérée comme le facteur climatique le plus crucial, étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent. Chaque espèce est limitée à un certain intervalle de température, avec une température optimale à laquelle les fonctions vitales s'accomplissent de manière optimale (**Dreux, 1980**)

Tableau(03) : Température moyenne exprimée en degré Celsius, dans la région de BBA

Mois	J	F	M	A	M	J
T moy (°C)	6,8	8,8	14,5	18,4	18,1	26,2

(Tutiempo, 2023)

T moy : Température moyenne (tutiempo, 2023)

Le tableau 03 représente la moyenne des températures au cours des six premiers mois de l'année 2023, nous observons une augmentation continue de la température pendant les quatre premiers mois, suivi d'une baisse en mai à 18,1°C, puis a augmenté en juin jusqu'à 26,12°C

I.4.2.La pluviométrie

Le terme "pluviométrie" fait référence à la quantité totale de précipitations, incluant la pluie, la grêle et la neige, qui tombent sur une certaine zone géographique pendant une période de temps spécifique (**Ramade, 2008**). Les informations concernant les données pluviométriques enregistrées sont présentées dans le tableau ci-dessous

Tableau(04) : Pluviométries moyenne mensuelles exprimées en mm à BBA.

Mois	J	F	M	A	M	J
P(mm)	18,52	14,47	8,62	3,81	72,14	72,14

(Tutiempo, 2023)

P (mm):Précipitation en mm. (tutiempo, 2023)

Le tableau 04 représente la moyenne des précipitations au cours des six premiers mois de l'année 2023. Nous remarquons une forte diminution des précipitations au cours des quatre premiers mois, avec un enregistrement de 18,52mm en janvier et de 3,81mm en avril, suivies d'une augmentation en mai et juin jusqu'à 72,14mm

I.5. Méthode utilisée au laboratoire

Le matériel zoologique ainsi recueilli demande un long travail de laboratoire : classement, étiquetage des prélèvements, détermination et identification.

I.5.1. Critères d'identification et clés utilisées

Nous avons procédé à une première approche en utilisant des ouvrages généraux de la systématique, tels que faune de France, **CHINERY (1983), CHINERY (2005)**. Ce qui nous a amené à la sous-famille. Plusieurs clés ont été utilisées, telles que Clé illustrée des genres de la super-famille des Apoidea (Scheuchl ,2000), Apidae 5 (**Amiet et al, 2007**), Clé des genres d'apoïdes d'Europe occidentale (**Terzo & amp; Rasmont, 2006**), Proposition de clé d'identification des Eucerini (Hymenoptera : Anthophila) de France continentale (**Aubert, 2020**)

L'identification s'est poursuivie où d'autres espèces sont identifiées ou confirmées par différents spécialistes qui ont été sollicités (Entomologistes ici en Algérie, de France, de Belgique)

I.6.Analyse écologique et statistique

Pour analyser l'organisation du peuplement entomologique et étudier la répartition spatio-temporelle des espèces, nous avons utilisé :

La richesse spécifique (RS) – l'abondance absolue (Aa) et l'abondance relative (Ar) – La fréquence (Fr)

–L'indice de diversité et l'équitabilité.

I.6.1. Richesses totales

Selon **BLONDEL(1975)** Un paramètre fondamentale caractéristique a d'un peuplement, correspond à une richesse totale S qui est le nombre totale d'espèces contactés au moins une fois au terme de N relevées.

I.6.2. Richesse moyenne (Sm)

Selon **MULLER 1985** la richesse moyenne d'un peuplement Sm est le nombre moyen d'espèces observées dans un ensemble de n stations. D'après **RAMADE (1984)**, la richesse moyenne correspond au nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface est fixée arbitrairement. Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement. **Blondel 1979** donne la formule suivante :

$$S_m = S_i / N_r$$

S_m : la richesse moyenne

S_i : nombre moyenne d'individus observés a chacun des relevée

N_r : nombre de relevés

I.6.3. Abondance absolue (Aa)

C'est le nombre total d'individus capturés d'une espèce ou d'un groupe d'espèce (**RAMADE, 1984**).

I.6.4. Abondance relative (Ar) ou La fréquence centésimale (F.C.)

L'abondance relative, correspond au nombre d'individus d'une espèce (n_i) ou (Aa) sur le nombre total des individus du peuplement stationnel (N) ou (At). Cet indice s'exprime en pourcentage (**RAMADE, 1984**).

$$Ar = Aa \times \frac{100}{At} \quad \text{Ou} \quad F.C = \frac{n_i \cdot 100}{N}$$

F.C.: est la fréquence centésimale des espèces d'un peuplement .

n_i : est le nombre des individus de l'espèce i prise en considération .

N : est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

I.6.5. La fréquence d'occurrence

Selon **DAJOZ (1976)** et **BACHELIER (1978)** la fréquence d'occurrence C % est le rapport exprimé sous la forme d'un pourcentage du nombre de relevés pi ou est repré-

sentée l'espèce contenant le facteur pris en considération au nombre de relevés P. Elle est calculée par la formule suivante :

$$\mathbf{F.O\ (\%)\ ou\ C\ (\%)\ =\ p_i\ * 100/p}$$

I.6.6. Diversité spécifique

Selon **Frontier (1982)** l'indice le plus couramment utilisé dans littérature est l'indice de diversité de Shannon (H'). Il est basé sur la formule suivante:

$$H' = -\sum_{n_i=1}^S P_i \text{Log}_2 P_i \quad \text{Avec } \frac{n_i}{N} = P_i$$

H' : l'indice de diversité.

S : le nombre des espèces.

n_i : représente l'effectif de l'espèce i.

N : représente le nombre d'individus de la station considérée.

Log₂ : logarithme à base 2.

I.6.7. La diversité spécifique maximale H'_{max}

D'après **PONEL (1983)** la diversité maximale est celle d'une communauté Fictive dans laquelle chaque espèce serait représentée par le même nombre d'individus. Elle est représentée par la formule suivante :

$$\mathbf{H'_{max} = \text{Log}_2 S}$$

S est le nombre total des espèces trouvées lors de N relevés.

H'_{max}: Indice de diversité maximale

I.6.8. Indice d'équitabilité de Pielou

L'équirépartition est très importante dans la caractérisation de la diversité. Elle permet la comparaison entre deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes.

On définit l'équitabilité par le rapport de la diversité observée H' à la diversité maximale H'_{max}.

$$\mathbf{E = (H' / H'_{max}) * 100 = (H' / \text{log}_2 S) * 100}$$

H': Diversité de Shannon

Chapitre 02 : Résultats et discussion

II. Etude du peuplement des insectes pollinisateurs

II.1. Inventaire du peuplement des insectes pollinisateurs

Les différentes sorties entreprises entre Avril (2023) et Juin (2023) dans les différentes stations, nous ont permis d'établir une première liste des insectes pollinisateurs vivant au niveau de notre région d'étude.

Cet inventaire entomologique d'espèces récoltées est consigné dans le tableau (05).

Tableau 05: Inventaire des insectes pollinisateurs

Ordre	Familles	Nombre	Les espèces	Les stations				
				Maa	Dach	Ras_ w	Wla d_ B	Ham
Coléoptères	Buprestidae	01	<i>Acmaeodera degener</i>	+	+	-	-	-
		02	<i>Anthaxia scutellaris</i>	-	+	-	-	-
	Cerambycidae	03	<i>Purpurricenus desfontainii</i>	+	+	+	+	-
		04	<i>Callimus bdominalis (Olivier, 1800)</i>	-	-	+	+	-
	Chrysomelidae	05	<i>Lachnaia vicina</i>	+	+	+	+	+
	Cetoniidae	06	<i>Tropinota hirta (Poda, 1761)</i>	+	+	-	+	+
		07	<i>Aethiessa floralis (Fabricius, 1787)</i>	+	+	-	-	-
	Tenebrionidae	08	<i>Heliotaurus sp</i>	-	+	-	-	-
	Cleridae	09	<i>Trichodes sp₁</i>	+	+	-	-	-
		10	<i>Clerus transversalis (Charpentier, 1825)</i>	-	+	-	-	-
		11	<i>Trichodes alvearius</i>	-	-	+	+	+
	Curculionidae	12	<i>Larinus carlinae</i>	+	+	+	+	+
	Dermestidae	13	<i>Anthrenus verbasci</i>	+	+	-	-	-
Diptère	Syrphidae	14	<i>Eristalis sp</i>	+	+	-	-	-
		15	<i>Eristalis tenax</i>	+	+	+	+	+
		16	<i>Sphaerophoria scripta (Linnaeus, 1758)</i>	+	+	-	-	-
	Calliphoridae	17	<i>Lucilia sp</i>	-	+	-	-	-

	Tachinidae	18	<i>Tachina sp</i>	-	+	+	+	+
	Tabanidae	19	<i>Chrysops sp</i>	-	+	-	+	-
	Bombyliidae	20	<i>Lomatia belzebul (Fabricius, 1794)</i>	+	+	-	-	-
21		<i>Bombylius discolor Mikan, 1796</i>	+	+	-	-	-	
22		<i>Bombylius fimbriatus Meigen, 1820</i>	+	+	-	+	-	
Hyménoptère	Megachilidae	23	<i>Rhodanthidium titicum (Fabricius, 1787)</i>	+	+	-	+	+
		24	<i>Osmia cornuta (Latreille, 1805)</i>	-	-	+	+	+
		25	<i>Megachile (Chalicodoma) parietina Geoffroy, 1785</i>	+	-	-	+	+
		26	<i>Megachile lefebvrei Lepeletier, 1841</i>	+	+	-	-	+
	Andrenidae	27	<i>Andrena fulva</i>	+	+	-	-	-
	Apidae	28	<i>Bombus terrestris</i>	+	-	+	-	-
		29	<i>Xylocopa pubescens (Spinola, 1838)</i>	-	-	+	-	+
		30	<i>Xylocopa violacea</i>	+	+	-	-	-
		31	<i>Eucera sp</i>	-	+	-	-	-
		32	<i>Apis mellifera</i>	+	+	+	+	+
		33	<i>Tetralonia sp</i>	+	+	+	+	+
		34	<i>Tetralonia malvae</i>	+	+	-	-	-
		35	<i>Anthophora affabilis Cresson, 1878</i>	+	+	-	+	+
	36	<i>Anthophora affinis Brullé, 1832</i>	-	+	-	-	+	
	Scoliidae	37	<i>Dasycolia ciliata (Fabricius, 1787)</i>	+	+	+	+	-
		38	<i>Megascolia (Regiscolia) bidens</i>	+	+	-	+	+
		39	<i>Scoliahirtaunifasciata (Cyrillo, 1787)</i>	+	+	-	-	-
	Vespidae	40	<i>Ancistrocerus nigricornis (Curtis, 1826)</i>	+	+	-	-	-
	Lépidoptère	Pieridae	41	<i>Pieris brassicae Linnaeus, 1758</i>	-	+	-	-
42			<i>Gonepteryx cleopatra</i>	+	-	-	-	-
Sphingidae		43	<i>Macroglossum stellatarum</i>	+	+	-	-	-
Nymphalidae		44	<i>Melanargia galathea L.</i>	+	+	-	-	-
Papilionidae		45	<i>Papilio machaon Linnaeus, 1758</i>	+	-	-	-	-
Zyganidae		46	<i>Zygaena sp</i>	+	+	-	-	-

Pendant la période d'avril à juin 2023, nos sorties sur diverses stations nous ont permis d'initier la création d'une liste préliminaire des insectes pollinisateurs présents dans notre région d'étude. Toutes les données récoltées au cours de ces inventaires entomologiques ont été méticuleusement consignées dans le tableau 05

Il ressort de ce tableau qu'environ 46 espèces ont été recensées. Celles-ci sont réparties entre 4 ordres et 23 familles.

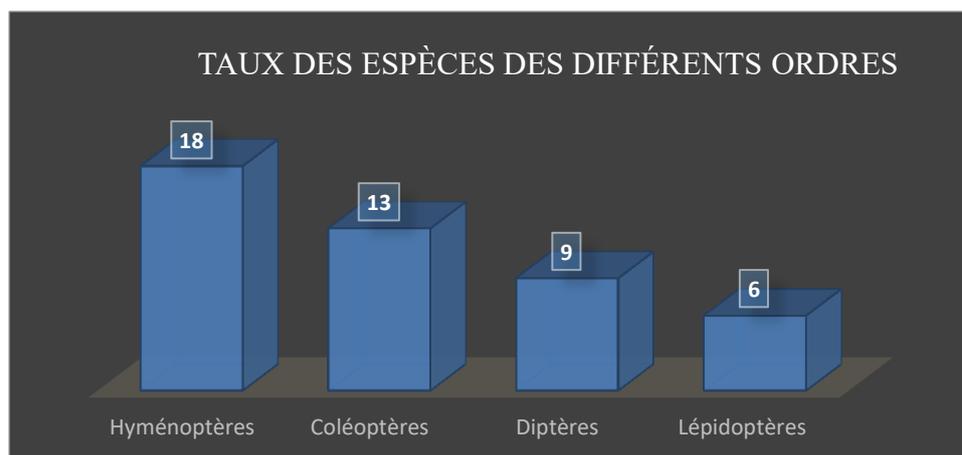


Figure 10 : taux d'espèces des différents Ordres

Selon le tableau (05) et la figure (10) nous constatons que plus un tiers de ces espèces appartiennent à l'ordre des Hyménoptères où nous comptons 18 espèces ce qui représente un taux de 39,13 %.

Dans cet ordre, nous trouvons cinq familles richement représentées par la famille des Apidae avec neuf espèces, ce qui représente un taux de 50 %, figure (11).

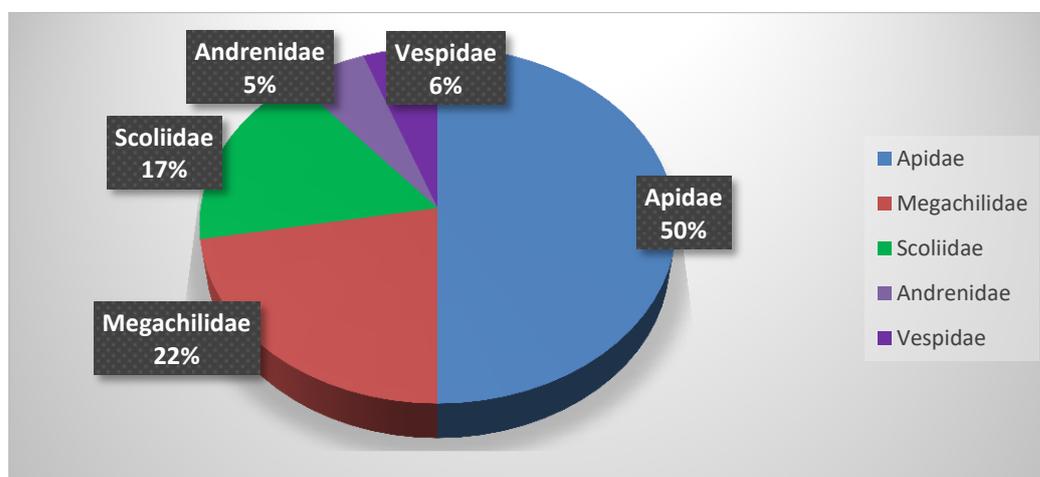


Figure 11:Taux des espèces au sein de chaque famille des Hyménoptères

Les Coléoptères comptent 13 espèces avec un taux de 28,26%, la famille des Diptères vient dans le troisième rang de 9 espèces, ce qui représente un taux de 19,56%, les Lépidoptères vient dans le dernier rang de 6 espèces avec un taux de 13%.

Il ressort de cet inventaire que notre région d'étude est relativement riche en espèces entomologiques pollinisatrices. En particulier l'ordre des coléoptères et plus précisément la famille des Chrysomelidae est la mieux représentée.

Cette liste systématique est loin d'être complète, par le fait que nous n'avons pas bien exploité la région d'étude en ignorant d'autres méthodes d'échantillonnage à cause du manque de moyen.

Nous devons noter qu'un grand nombre d'insectes a été exclu de la liste systématique, car nous n'avons pas pu les identifier. En ce qui concerne l'élevage des insectes des glands, malheureusement nous n'avons pas eu d'émergence, tous les insectes sont restés au stade nymphal

II.2. Caractéristiques du peuplement

C'est l'Exploitation des résultats par les indices écologiques. Selon **RAMADE (1984)**, pour mieux comprendre les caractéristiques d'un peuplement et son organisation, nous devons utiliser les indices écologiques de structure et de composition.

II.2.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition retiennent l'attention sont les richesses totales (S) et moyenne (Sm), la fréquence centésimale (F.C.) ou abondance relative et la fréquence d'occurrence et la constance.

II.2.1.1. La Richesse spécifique :

Elle représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement, On distingue:

1- Richesse totale : (S) c'est une biocénose à la totalité des espèces qui la composent, dans notre région elle est de huit espèces.

(S) =46

2- Richesse spécifique stationnelle (R.S)

Elle correspond au nombre d'espèces récoltées au niveau de chaque station. La richesse spécifique varie d'une station à l'autre, suivant les particularités du biotope, elle augmente souvent avec l'hétérogénéité du couvert végétal, les résultats de la richesse spécifique stationnelle sont donnés dans le tableau 06.

Tableau 06 : La Richesse stationnelle

Stations	Maamoura	Dachra	Pépinière de ras el oued	Wlad Brahem	Pépinière d'El ham-madia
Richesse spécifique	33	38	13	18	16

3- La Richesse moyenne : (S_m) correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans les échantillons d'un peuplement étudié. (**Blondel 1979**), dans notre cas c'est la richesse moyenne stationnelle

$$S_m=23,6$$

Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement. Plus l'écart-type de la richesse moyenne sera élevée, plus l'hétérogénéité sera forte. A l'opposé, l'homogénéité est maximale si l'écart-type est égal à zéro, c'est-à-dire si toutes les espèces sans exception sont présentes dans chaque relevé.

Dans notre cas, l'écart type est 9,9 veut dire une homogénéité de la distribution des espèces à travers les différentes stations.

II.2.1.2. Abondance absolue (Aa)

Après avoir effectué diverses sorties sur le terrain entre avril et juin 2023, nous avons réussi à collecter un total de 1207 individus. Les chiffres relatifs à la population d'espèces récoltées dans les cinq stations sont présentés dans le tableau ci-dessous

Tableau 07: valeurs de l'abondance absolue à travers les cinq stations

Ordre	Familles	Nombre	Espèces	Stations				
				Maa-	Dach	Ras- wd	w- brm	Ham d
				Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
Coléoptères	Buprestidae	1	<i>Acmaeodera degener</i>	02	05	00	00	00
		2	<i>Anthaxia scutellaris</i>	00	03	00	00	00
	Cerambycidae	3	<i>Purpurricenus desfontainii</i>	10	02	01	03	00
		4	<i>Callimus bdominalis (Olivier, 1800)</i>	00	00	02	04	00
	Chrysomelidae	5	<i>Lachnaia vicina</i>	05	15	02	04	03
	Cetoniidae	6	<i>Tropinota hirta(Poda, 1761)</i>	05	12	00	04	02
		7	<i>Aethiessa floralis(Fabricius,1787)</i>	20	13	00	00	00
	Tenebrionidae	8	<i>Heliotaurus sp</i>	00	03	00	00	00
	Cleridae	9	<i>Trichodes sp₁</i>	08	06	00	00	00
		10	<i>Clerus transversalis (Charpentier, 1825)</i>	00	02	00	00	00
		11	<i>Trichodes alvearius</i>	00	00	05	02	04
	Curculionidae	12	<i>Larinus carlinae</i>	06	08	02	02	01
	Dermestidae	13	<i>Anthrenus verbasci</i>	08	20	00	00	00
Diptères	Syrphidae	14	<i>Eristalis sp</i>	05	03	00	00	00
		15	<i>Eristalis tenax</i>	10	12	02	10	07
		16	<i>Sphaerophoria scripta (Linnaeus, 1758)</i>	15	08	00	00	00
	Calliphoridae	17	<i>Lucilia sp</i>	00	03	00	00	00
	Tachinidae	18	<i>Tachina sp</i>	00	02	03	05	03
	Tabanidae	19	<i>Chrysops sp</i>	00	01	00	01	00
	Bombyliidae	20	<i>Lomatia belzebul (Fabricius, 1794)</i>	08	12	00	00	00
		21	<i>Bombylius discolor Mikan, 1796</i>	09	05	00	00	00
22		<i>Bombylius fimbriatus Meigen, 1820</i>	01	04	00	03	00	

Hyménoptères	Megachilidae	23	<i>Rhodanthidium ticticum (Fabricius, 1787)</i>	20	80	00	02	02
		24	<i>Osmia cornuta (Latreille, 1805)</i>	00	00	04	06	05
		25	<i>Megachile (Chalicodoma) parietina Geoffroy, 1785</i>	03	00	00	03	03
		26	<i>Megachile lefebvrei Lepeletier</i>	03	08	00	00	05
	Andrenidae	27	<i>Andrena fulva</i>	01	05	00	00	00
	Apidae	28	<i>Bombus terrestris</i>	01	00	04	00	00
		29	<i>Xylocopa pubescens (Spinola, 1838)</i>	00	00	07	00	05
		30	<i>Xylocopa violacea</i>	03	06	00	00	00
		31	<i>Eucera sp</i>	00	02	00	00	00
		32	<i>Apis mellifera</i>	100	150	20	180	70
		33	<i>Tetralonia sp</i>	15	08	08	12	07
		34	<i>Tetralonia malvae</i>	05	03	00	00	00
		35	<i>Anthophora affabilis Cresson, 1878</i>	07	02	00	04	09
		36	<i>Anthophora affinis Brullé, 1832</i>	00	02	00	00	07
	Scoliidae	37	<i>Dasycolia ciliata (Fabricius, 1787)</i>	10	15	05	05	00
		38	<i>Megascolia (Regiscolia) bidens</i>	07	05	00	03	09
		39	<i>Scolia hirta unifasciata (Cyrillo, 1787)</i>	05	06	00	00	00
	Vespidae	40	<i>Ancistrocerus nigricornis (Curtis, 1826)</i>	02	05	00	00	00
	Lépidoptères	Pieridae	41	<i>Pieris brassicae Linnaeus, 1758</i>	00	05	00	00
42			<i>Gonepteryx cleopatra</i>	02	00	00	00	00
Sphingidae		43	<i>Macroglossum stellatarum</i>	01	04	00	00	00
Nymphalidae		44	<i>Melanargia galathea L.</i>	06	07	00	00	00
Papilionidae		45	<i>Papilio machaon Linnaeus, 1758</i>	01	00	00	00	00
Zyganidae		46	<i>Zygaena sp</i>	06	03	00	00	00
04	23	46	<i>Totale</i>	310	455	65	253	142

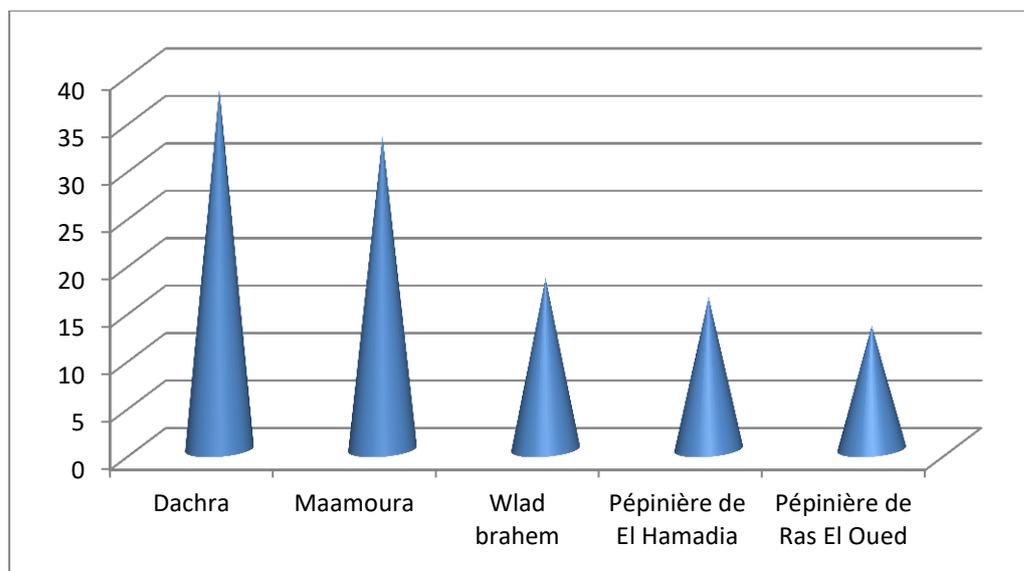


Figure12: Variations stationnelle de l'abondance absolue

Le tableau 07 présente les résultats de notre recensement des insectes pollinisateurs, avec environ 46 espèces identifiées réparties en quatre ordres. Les Hyménoptères se révèlent les plus riches, totalisant 18 espèces, soit 39,13% du total. Les Coléoptères comptent en moyenne 13 espèces, représentant 28,26%. Les Diptères présentent en moyenne 9 espèces, équivalant à 19,59%, tandis que les Lépidoptères comptent en moyenne 6 espèces, soit 13,04%. L'abondance absolue varie d'une espèce à l'autre. À l'échelle stationnelle, la station (Dachra) détient la valeur maximale avec 455 individus, tandis que la valeur minimale est enregistrée dans la station de la pépinière de Ras el Oued. Les stations Maamoura, Wlad Brahem et la Pépinière de El Hammadia abritent respectivement 310, 253 et 142 individus.

II.2.1.3. Abondance relative (Ar) ou La fréquence centésimale (F.C.)

D'après FAURIE et al (2003), selon la valeur de l'abondance relative d'une espèce les individus seront classés de la façon suivante : tableau 08

Tableau08 : Répartition des espèces selon leur abondance relative.

Catégories	Espèces	Pourcentage
Espèces communes 25 % < AR% ≤ 50 %	<i>Apis mellifera</i>	2,17%
Espèces rares 5 % < AR% < 25 %	<i>Rhodanthidium ticticum (Fabricius, 1787)</i>	2,17%
Espèces très rares AR% < 5%	44	95,66%

D'après le tableau 08 nous constatons que la majeure partie des espèces de notre région d'étude, sont des espèces très rare

II.2.1.4. La fréquence d'occurrence

Selon **DAJOZ (1982)**, en fonction de la valeur de FO on distingue les catégories suivantes : tableau (09)

Tableau 09:Les différentes catégories d'espèces selon leurs fréquences d'occurrence

Les espèces	Fréquence d'occurrence	Catégories	Pourcentage
05	100	Omniprésentes	10,87%
07	80	<i>Constantes</i>	15,22%
05	60	<i>Régulières</i>	10,87%
21	40	<i>Accessoires</i>	45,65%
08	20	<i>Accidentelles</i>	17 ,39%

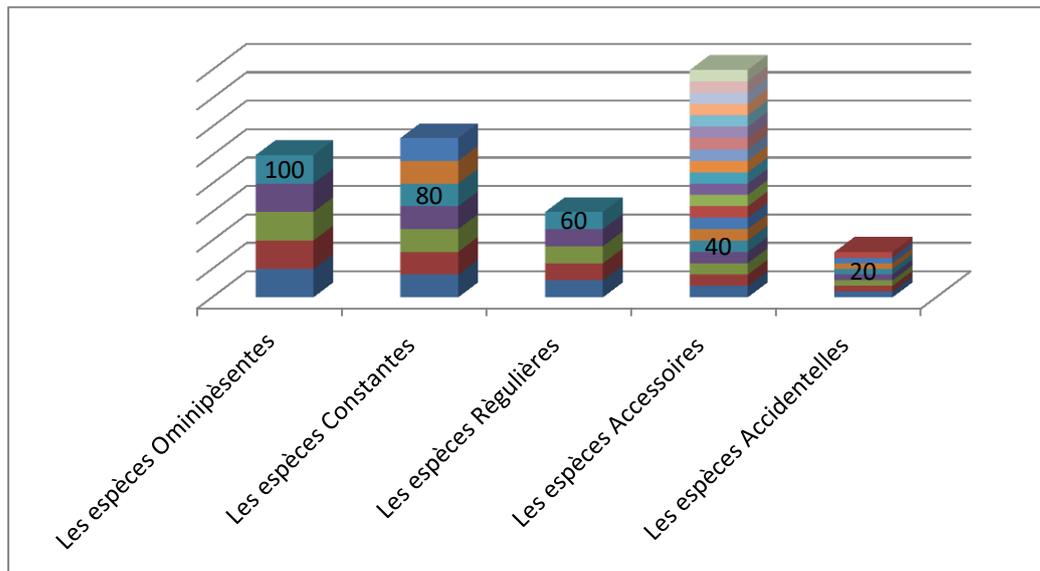


Figure (13) : Constance appliquée aux différentes espèces

D'après le tableau 09 et la figure(13), il est notable que la première catégorie est composée de cinq espèces qui sont omniprésentes. En ce qui concerne les espèces constantes dans notre région d'étude, elles sont au nombre de sept, tandis que les espèces régulières sont représentées par cinq espèces, et les espèces accidentelles par huit espèces. Les espèces restantes sont considérées comme des espèces accessoires.

II.2.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

II.2.2.1. Diversité spécifique et équitabilité

Dans un peuplement animal, la répartition des individus entre les espèces est inégale. Pour résoudre ce problème et comprendre l'organisation du peuplement, les écologistes ont introduit la notion de la diversité spécifique et l'équitabilité et proposent plusieurs indices. Parmi ces indices, le plus utilisé est celui de Schannon-waever, **(RAMADE ,1984).**

La valeur de l'indice de diversité est élevée pour un échantillon ayant un grand nombre d'espèces représentées par un faible nombre d'individus et est faible quand le peuplement considéré est riche en espèces dominantes.

Il est faible lorsque sa valeur est comprise entre 0 et 2 bits; il est moyen si sa valeur est comprise entre 2 et 2,5 bits et élevé lorsque sa valeur est supérieure à 2,5 bits.

(Moumouni et al 2019).

La diversité spécifique est maximale quand toutes les espèces du peuplement sont représentées par le même nombre d'individus.

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et de l'équitabilité des espèces inventoriées sont représentés dans le tableau 10

Tableau 10: Variation stationnelle de la Diversité de Shannon-Weaver, diversité Maximale et équitabilité

Stations	S	H'_{max}	H'	E
Maamoua	33	5	4,02	0,80
Dachra	38	5,27	3,86	0,73
Pépinière de Ras El Oued	13	3,71	3,22	0,86
Wladbrahem	18	4,18	1,97	0,47
Pépinière d'El Hammadia	16	4	2,88	0,72

D'après le tableau 10, les valeurs stationnelles de la diversité de Shannon-Weaver (H') convergent. Allant de 1,97 à 4,02 bits. En revanche, la valeur de diversité maximale varie entre 3,71 et 5,27 bits. La station est la plus diversifiée avec ($H'=3,86$ et $H'_{max}=5,27$).

Tableau 11 : Variation zonale de la Diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et équitabilité

Région d'étude	S	H'_{max}	H'	E
BBA	46	5,52	3,80	0,69

Discussion

Dans notre discussion nous comparerons succinctement l'entomofaune inventoriée de notre région d'étude à celle des autres régions de l'Algérie et des pays voisins en se référant aux espèces pollinisatrices.

Les travaux d'inventaire d'entomofaune en générale et sur les insectes butineurs sont peu nombreux en Algérie et nous citons les plus récents : **Djouama ((2017), Cherquié Allali (2021), Mahdoun et Ali (2021).**

Nous avons recensé actuellement 46 espèces floricoles (pollinisateurs) et un bon nombre d'autres insectes sont en cours l'identification, ces chiffres sont relativement importants en les comparant à d'autre effectué sur différents écosystèmes. Pour cela nous notons celui de **Boulal et Tayeb (2018)** où ils ont recensé 23 espèces dans deux sites Boumergued et El hammadia, réparties en 7 ordres, avec l'Ordre des Hyménoptères qui le plus représenté, suivi par l'ordre des Coléoptères. Ce qui concorde avec nos résultats. Herrama et Bounebi (2014) ont trouvé 65 espèces au niveau de la forêt de Djaâfra, avec la dominance de l'Ordre de Coléoptères de 27 espèces suivi par l'Ordre des Hyménoptères et les Diptères de 24 espèces.

Si nous comparons notre écosystème à celui steppique, notre inventaire entomofaunique reste très faible où Khelil (1991) enregistre plus de 150 espèces liées aux nappes alfatières.

Au Maroc, l'inventaire donne des chiffres beaucoup plus élevés où nous notons plus de 150 espèces (**Villemant et Fraval, 1993**), ou encore moins jusqu'à 116 espèces dans les Maures en France (**Bigot et Kabakibi, 1987**).

Ladjabi (2019) a recensé 19 espèces à Constantine, sur la féverole (*Vicia faba* L.) et le poirier. Réparties en 4 Ordres : Hyménoptères, Diptères, Coléoptères et Lépidoptères. Avec l'ordre des Hyménoptères qui est le plus abondant avec 93,29 % des visites enregistrées. Ce qui confirme nos résultats.

Dans notre cas, les Apoïdes comprennent plus de 77 % du total d'Hyménoptères inventoriés, réparties en trois Familles : Megachilidae, Andrenidae et les Apidae, cette dernière enregistrent un taux de 64% au sein des Apoïdes. **Ladjabi (2019)** affirme que

les Apoïdea sont représentées par trois familles (Apidae, Megachilidae et Halictidae) avec la famille des Apidae qui est la mieux représentée avec six espèces.

En revanche, **Tahri et Cherragui (2017)** ont recensé 24 espèces d'abeilles sauvages (Apoïdea), réparties en 3 familles : Halictidae, Megachilidae et Apidae, dans la région de Djelfa.

Benarfa (2014), a inventorié 58 espèces d'Andrenidae à l'est algérien, dont 1 espèce décrite en 2011 comme nouvelle pour la science : *Andrena (Parandrenella) tebessana* Scheuchl, **Benarfa&Louadi**.

Selon cette même Autrice, trois espèces sont nouvelles pour la faune de l'Algérie : *A. (Orandrena) monilia* Warncke 1967, *A. (Suandrena) cyanomicans* Pérez 1895 et *A. (Margandrena) quinque palpa* Warncke 1980.

Bakhouche et Aoulmi (2020) ont pu recenser 50 espèces (16 espèces pour la famille Apidae, 20 pour les Megachilidae, 8 pour les Andrenidae et 6 pour les Halictidae). Au niveau de la station de Boukhadra à Tébessa.

Au Cameroun, selon **Taimanga et Nestorla (2018)** la diversité des insectes floricoles sur le soja (*Glycine max*), a enregistré les visites de 14 espèces d'insectes appartenant à 8 familles et 5 ordres, cet auteur affirme que les Hyménoptères constituent l'ordre le plus important avec 94,87% de visites, sont principalement représentés par les Halictidae. Les autres ordres sont plus rarement observés. Il s'agit des Dictyoptères, des Coléoptères, des Lépidoptères et Diptères (moins de 5% des visites chacun).

Selon **OPIE (2016)** en France, le Suivi photographique des insectes pollinisateurs (Spipoll) qui est un programme de sciences participatives original basé sur la photographie numérique. En moyenne, de 20 minutes d'observation photographique, les participants ont observé : 31 % d'Hyménoptères, 34 % de Diptères, 11% de Lépidoptères, 12% de Coléoptères et 5% d'Hémiptères.

Les Diptères occupent le troisième rang dans notre inventaire, avec 9 espèces, réparties en 5 familles : Syrphidae, Calliphoridae, Tachinidae, Tabanidae et Bombyliidae. Les Syrphidae et les Bombyliidae sont les mieux représentées avec 3 espèces chacune. Ce chiffre restera faible si nous le comparons avec celui de **Belhadj et Agdouche (2022)**, qui ont pu recenser dans la région de Bordj Bou Arreridj, 10 es-

èces de Syrphidae. Il est encore très faible en le comparant au résultat de **Djellab ((2012)**, où cette Autrice a recensé 83 espèces au niveau des régions El Kala et Té-bessa, dont 4 espèces décrites comme nouvelles pour l'Algérie : *Dasy syrphus albostriatus*, *Brachy palpus laphrifmis*, *Chamae syrphus lusitanicus* et *Spilomyia marocana*.

Dor et Maillet-Mezeray (2011) a montré que les syrphes ont une préférence pour les familles Apiaceae, Asteraceae, Hypericaceae et Rosaceae. De plus, il y a eu d'autres familles qui ont aussi révélé un intérêt, notamment les Dipsacaceae, Cucurbitaceae, Lamiaceae, Fabaceae, Poaceae, Polygonaceae, Caryophyllaceae, Plantaginaceae, Brassicaceae, Oleaceae, Rubiaceae, Celastraceae et Ranunculaceae.

Dans notre cas, les différentes espèces de Syrphes et Bombyles inventoriés, sont vus butiner sur les fleurs des Asteraceae.

Pour les Coléoptères, nous avons recensé 13 espèces réparties en 8 familles. La plus part de ces espèces, sont vus butiner sur les fleurs des Asteraceae.

La Spina (2022) mentionne que les coléoptères ne semblent pas être des pollinisateurs efficaces. Cependant, leur rôle a été démontré dans la reproduction de certaines espèces comme le châtaignier et le magnolia. Ils semblent très utiles pour la pollinisation en milieux tropicaux dans les zones arides où les autres pollinisateurs ne sont pas fréquents. Certaines orchidées tropicales sont d'ailleurs pollinisées uniquement par les coléoptères. Comme ces insectes ont gardé des pièces buccales courtes de type broyeur, ils peinent à visiter des corolles étroites ou profondes, et préfèrent nettement des fleurs bien ouvertes où de nombreuses étamines sont accessibles. Les fleurs visitées par les coléoptères ont généralement développé une protection de leur ovaire en l'enfonçant au plus profond du réceptacle floral (ovaire infère), et parfois aussi un épaissement de leur corolle.

En Afrique de l'ouest, **Mariau et al. (1997)** constate que les espèces de Coléoptères Curculionidae appartenant au genre *Elaeidobius*.

Sont parfaitement inféodées aux fleurs mâles du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq., Arecaceae) mais elles visitent également les fleurs femelles. Dont les plus importants sont : *E. plagiatus* F, *E. subvittatus* F, *E. singularis* F.

Notre check-list des insectes pollinisateurs, compte 6 espèces de Lépidoptères représenté par 5 familles : Pieridae, Sphingidae, Nymphalidae, Papilionidae et Zyganidae.

Pour l'espèce *Papilio machaon* de la famille des Papilionidae, a été vu butiner sur les rosacea, pour le Sphingidae (*Macroglossum Stellatarum*) connus pour sa faculté à butiner en vol stationnaire, a été vu butiner sur *Lantana camara* (Verbénaceae) et sur d'autres plantes spontanées de la famille des Asteraceae.

L'étude menée par **Saidi, et Moulai (2013)** sur la relation fleurs-papillons de jours du Parc national de Gouraya (Bejaïa), a permis de recenser un total de 27 espèces de papillons réparties en 6 familles (Lycaenidae, Pieridae, Sphingidae, Nymphalidae, Papilionidae et Zyganidae).

D'après ses observations, cette autrice affirme que les espèces de papillons qui ont montré des préférences spontanées envers les fleurs sont : *Pieris rapae* envers *Oxalis pes-caprae*, *Anthocharis belia* envers *Coronilla valentina* et *Lathyrus articulatus*, *Gonepteryx cleopatra* envers *convolvulus althaeoides*, *Call Ophrys Rubi* envers *Viburnum Tinus* et *Coronilla Valentina*, *Vanessa Cardui* Envers *Cistus Monsoon Licence Iset* enfin, *Macroglossum Stellatarum* Envers *Viburnum Tinus*. *Zygaena Algeria florum*, ne semble pas avoir de préférences envers des espèces de fleur en particulier, et est considéré comme généraliste dans ses choix.

Au niveau du Parc de Chréa en (2015), Bouzara a inventorié 36 espèces de check-list Rhopalocères, réparties en 5 familles (Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae, Papilionidae et Hesperidae).

Notre check-list de Lépidoptères reste faible en le comparant à ceux cités ci-dessus.

A la lumière de ces premiers résultats, nous pouvons conclure que le peuplement entomologique pollinisateur de la région de Bordj Bou Arreridj est plus au moins diversifié, représentée par 4 Ordres. Nous remarquons que c'est le cortège des Hyménoptères qui est le plus riche, en particulier, les Apoïdes. Leur présence et leur diversité indique par conséquent une diversité floristique importante, au niveau de notre région d'étude.

Des recherches plus poussées dans le temps et dans l'espace, mettant en œuvre d'autres techniques de capture pourront en révéler la présence d'autres espèces.

Conclusion générale

L'activité de pollinisation assurée, notamment par les insectes et particulièrement par les abeilles, a une importance agro-économique considérable. Pour cela une étude a porté sur la biodiversité de l'entomofaune pollinisatrice, au niveau de notre région d'étude, où quatre stations ont été prospectées, en appliquant plusieurs méthodes d'échantillonnage. Cet inventaire est sans doute provisoire du fait que les observations ont été limitées dans le temps et dans l'espace. Toutefois ceci ne nous a pas empêchés de recenser 46 espèces, réparties en quatre ordres, 23 familles dont 8 appartenant à l'ordre des Coléoptères, et 5 familles pour chacun des Ordres : Hyménoptères, Diptères et Lépidoptères.

L'ordre des Hyménoptères est le plus riche, où nous comptons 18 espèces ce qui représente un taux de 39,13 %. Avec la famille des Apidae qui est la plus riche en espèces, avec un taux de 50 %.

La classification des espèces selon l'abondance relative, nous a permis de mettre en évidence une seule espèce commune : *Apis mellifera*. Une espèce rare de la famille des Megachilidae : *Rhodanthidium sticticum*. Le reste des espèces (44) sont des espèces très rares. Par contre la classification des espèces selon leurs fréquences d'occurrence, nous a permis de hiérarchiser les espèces récoltées de telle façon à distinguer 5 espèces omniprésentes : Deux Hyménoptères *Apis mellifera* et *Tetralonia* sp, deux Coléoptères : *Lachnea vicina* *Larinus carlinae* et un Diptère de la famille des Syrphidae : *Eristalis tenax*. Sept espèces constantes sont enregistrées dans notre région d'étude : deux Coléoptères (*Purpurricenus desfontainii* et *Tropinota hirta*), quatre Hyménoptères (*Rhodanthidium sticticum*, *Anthophora affabilis*, *Megascolia (Regiscolia) bidenset* *Dasycoliaciliata*). Et une espèce de l'Ordre des

Diptère (*Tachina* sp).

Les espèces régulières sont représentées par 3 Mégachiles (*Osmiacornuta*, *Megachile* (*Chalicodoma*) *parietina* et *Megachile lefebvrei*) ; un Bombyliidae (*Bombylius fimbriatus* Meigen) et un Cleridae (*Trichodes alvearius*). De plus on a enregistré 21 espèces accessoires Représentent un taux de 45,65%. Et 8 espèces accidentelles, avec un taux de 17,39%. Les indices de diversité et d'équitabilité stationnelles nous ont renseignés sur la structure et la stabilité du peuplement entomologique à travers les

cinq stations ; en revanche la Variation globale de ces indices de structure nous renseignés sur la structure et la stabilité du peuplement entomologique de toute la région d'étude.

A l'issue de ce travail, un grand nombre de questions reste encore posé. L'étape ultérieure doit s'intéresser de manière affinée et précise à :

- l'étude particulière des Abeilles sauvages
- l'étude des relations plante-insecte butineuses
- la dynamique des populations.
- La relation entre les pratiques agricoles et le déclin des insectes pollinisateurs
- L'impact climatique et le déclin des insectes pollinisateurs.

Les REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **AFSSA. (2008).** Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles. AFSSA, MaisonsAlfort, 220 p.
2. **Aguib S. 2014.** *Biogéographie et Monographie des Megachilidae (Hymenoptera : Apoidea) dans le Nord Est algérien.* Thèse de doctorat en sciences option : entomologie. Université Mentouri. Constantine. 248 p.
3. **Amiet F., M. Herrmann, A. Müller & R. Neumeyer. (2007).** Apidae 5 – *Ammobates, Ammobatoides, Anthophora, Biastes, Ceratina, Dasypoda, Epeoloides, Epeolus, Eucera, Macropis, Melecta, Melitta, Nomada, Pasites, Tetralonia, Thyreus, Xylocopa.* Fauna Helvetica 20, version pdf, info fauna CSCF & SEG, Neuchâtel.
4. **AREM (AgriculturalResources and Environmental Management). (2011).** Enjeux de la pollinisation pour la production agricole en tarn-et-garonne. Projet CAPSTONE. Ecole d'Ingénieurs de Purpan.
5. **AUBERT M. 2020.** Proposition de clé d'identification des Eucerini (Hymenoptera :Anthophila) de France continentale – version provisoire. Observatoire des Abeilles. 45 p.
6. **BACHELIER (1978) Bachelier G., 1978.** La faune des sols ; son écologie et son action. Edition O.R.S.T.O.M. 391p.
7. **Bakhouche F. et Aoulmi C. (2020).** Biodiversité des abeilles sauvages (Hymenoptera, Apoidea) d'un milieu naturel dans la région de Tébes-sa(Boukhadra).Mémoire de Master. Université de Tébessa. 80 p.
8. **BELHADJ M. et AGDOUCHE S. (2022).** Contribution à l'étude des Syrphidés (Diptera ; Syrphidae) dans la région de Bordj Bou Arreridj. Mémoire de Master. Université de BBA. 82 p.
9. **BENACHOUR R. et HOUARI I.D. (2020).**Révision des travaux sur la faune apoïdienne de la région de Khenchela. Mémoire deMaster. Univ : Mentouri Constantine. 63 p
10. **Benarfa N. 2014.** *Biogéographie des Andrenidae et monographie des espèces du Genre Andrena de l'Est algérien (Hymenoptera : Apoidea).* Thèse de doctorat en sciences option entomologie. Université Mentouri Constantine (Algérie). 210 p
11. **Benarfa N. 2014.** Biogéographie des Andrenidae et monographie des espèces du
12. **BENKHELIL M. L., 1992 .**Les techniques de récoltes et de piégeages utilisées en entomologie terrestre. Ed.OPU. 68 P.
13. **BIGOT L. et KABAKIBI M.1987 .**Evolution spatio-temporelle de la composition et de le structure du peuplement frondicole sur chêne liège dans le Massif des Maures. Bull. Ecol. Vol 8(3), pp 57-168

14. **Blondel J. (1979)** .Biogéographie et écologie. Synthèse sur la structure, la dynamique et l'évolution des peuplements de Vertébrés terrestres. Masson, Paris etc., 173 pp.
15. **Blondel J. (1979)**. Biogéographie et écologie. Synthèse sur la structure, la dynamique et l'évolution des peuplements de Vertébrés terrestres. Masson, Paris etc., 173 pp.
16. **BLONDEL.(1975) .,BLONDEL J. 1975** . L'analyse des peuplements d'oiseaux – éléments d'un diagnostic. Ecologique. La méthode des échantillonnages fréquents progressifs (E.F.P). Rev. Ecol.
17. **Boulal .et TayebI. (2018)** Etude de la biodiversité entomologique au niveau des deux sites Boumergued et El Hammadia dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj.Mémoire de master, Université de BBA. 53p.
18. **CANARD A.1981** . Utilisation comparée de quelques méthodes d'échantillonnage pour étude de la distribution des araignées en landes. Att. Soc. Tosc. Sci. nat., Sér. B (88),
19. **Chergui R. et Allali B. (2021)**. Inventaire et efficacité pollinisatrice des insectes butineurs de la courgette (*Cucurbitapepo L.*) (*Cucurbitaceae*) et du piment (*Capsicumannuum L.*) (*Solanaceae*). Mémoire de master, Université de Constantine 1, 54p.
20. **CHINERY M., 1983** .Insectes d'Europe en couleur. Ed. Bordas, 390 p.
21. **CHINERY M., 2005** .Insectes de France et d'Europe occidentale Éd : FLAMMARION. 320 pages
22. **DAJET P.H. et GODRON M. 1982** .Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. Ed. Masson, Paris, 163 p.
23. **DAJOZ .(1976)., Dajoz R. (1976)**. Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. Ed. Dunod. Paris, 195p
24. **Dajoz R. (2006)**. *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 551p.
25. **DAJOZ. (1982)**. Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505 p.
26. **Danforth B.N., Sipes S.D., Fang J. & Brady S.G. (2006)**. The history of early bee diversification based on give genes plus morphology. Proceedings of the National Academy of Science (USA), 103(41), 15118-15123.
27. **DjellabS.(2013)**. Les Syrphidés (Diptera : Syrphidae) du Nord-est algérien :Inventaire et Écologie. Thèse de Doctorat., Université de Batna, 149 p.
28. **Djouama H. (2017)**. monographie des Andrenidae de la région sud de l'Algérie orientale.Thèse de Doctorat., Université de Constantine 1, 200p.
29. **Dor C. et Maillet-Mezeray J. (2011)**. Impacts sur l'abondance et la diversité des Syrphidae: Aller plus loin grâce aux analyses polliniques. Presented at the Colloque de restitution du programme CASDAR: "Les entomophages en

- grandes cultures : diversité, service rendu et potentialités des habitats,” ITAB (Institut Technique de l’Agriculture Biologique), Paris, Cedex 12 (France), pp.27–31.
30. **Dreux P. (1980).** *Précis d’écologie*. Ed. Presse universitaire de France Paris, 231 p.
 31. **Dufrêne E. et Carré G. 2009.** Relevés faunistiques et les méthodes d’échantillonnage des populations d’abeilles. 41p. CNRS, INRA.
 32. **FAO. (2009).** Les pollinisateurs: un élément négligé de la biodiversité, important pour l’alimentation et l’agriculture. IT/GB-3/09/Inf. 10.
 33. **Faurie J. P., Sivananthan S., Boukerche M. & Reno J. (1984).** Molecular beam epitaxial growth of high quality HgTe and Hg_{1-x}Cd_xTe onto GaAs (001) substrates. *Applied physics letters*, 45(12), 1307-1309.
 34. **Gallai N., Salles J.M., Settele J., Bernard E., Vaissière. (2009).** Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 2009, 68 (3), pp.810-821. [ff10.1016/j.ecolecon.2008.06.014](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014) ff. fffalshs-01293686ff
 35. **Gemenne F et Rankovic A. (2019)** .Atlas de l’anthropocène. Paris, Les Presses de Sciences Po, 158 p.
 36. **GENEVES L.1992.** Reproduction et développement des végétaux. Bioscience DUNOD, Paris. 233p.
Genre *Andrena* de l’Est algérien (Hymenoptera : Apoidea). Thèse de doctorat en sciences option entomologie. Université Mentouri Constantine (Algérie). 210 p.
 37. **Gilles B. (2019).** Disparition des insectes : causes et conséquences. Consulté le 10 Mai 2023, de <https://passion-entomologie.fr/disparition-des-insectes/>
 38. **JACOB-REMACLE A.1990.** Les abeilles sauvages et pollinisation Unité de Zoologie Générale et Appliquée. Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux. 40pp
 39. **Jolivet G. et Descoins C. (2009).** L’entomologie française est-elle en voie d’extinction ? Académie d’Agriculture de France
 40. **La Spina S.(2022).** Des fleurs et des pollinisateurs plein mon jardin. Editeur : Terre Vivante. Collection : Facile et bio. 120 p.
 41. **Ladjabi I. (2019).** 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 master, Université de Constantine 1, 78p
 42. **Losey. & Vaughan. (2006).** Losey. JE., Vaughan. M. 2006. La valeur économique des mesures écologiques services rendus par les insectes. *Biosciences* 56, 311–323.
 43. **Louadi K., Terzo M., Benachour K., Berchi S., Aguib S., Maghni N., Benarfa N. 2008.** Les Hyménoptères Apoidea de l’Algérie orientale avec une

- liste d'espèces et comparaison avec les faunes ouest-paléarctiques. Bulletin de la Société entomologique de France. 113:459–472.
44. **Mahdoun N. et Ali N. (2021).**Inventaire de la faune apoidienne dans deux localités de la région de Tébessa (Bekkaria et Bir El Ater).Mémoire de master, Université de Tébessa. 32p.
 45. **MariaudD.,HoussouM.,LecoustreR. et NdiguiB. (1991).** Insectes pollinisateurs du palmierà huile et taux de nouaison en Afrique de l'ouest. Oléagineux, Vol. 46, n° 2 – Février
 46. **Michener C.D. (2007).** The bees of the world. 2nd ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
 47. **OPIE. (2016).**Les insectes pollinisateurs.
<https://www.insectes.org/content/37-ils-pollinisent>. Consulté le 20 juin 2023.
 48. **Potts S.G., Roberts S., Vereecken N.J et pauly A., 2007 .** Estimation de la biodiversité en abeilles: manuel de méthodologie. 21p. Darwin initiative Project/15/021, Manuel méthodologique
 49. **Pouvreau A. (1996).** Les Coléoptères et les fleurs.*insectes*. 2(101), 24-27.
 50. **Pouvreau A. (2004).** Les insectes pollinisateurs. Delachaux et Niestlé. 157 p.
 51. **Ramade F. (2008).** *Dictionnaire encyclopédique : des sciences de la nature et de la biodiversité*. Ed. Dunod, Paris, 726p.
 52. **Ramade F. 1984.** Eléments d'écologie, écologie fondamentale. Ed. McGraw-Hill, Paris,pp 397
 53. **Ramade F. 1984.** Eléments d'écologie, écologie fondamentale. Ed. McGraw-Hill,Paris,pp 397
 54. **Roubik D. (2018).** La pollinisation des plantes cultivées. Un recueil pour les praticiens. Volume 1. Ed : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
 55. **Roubik. D.W. (1995).** Pollination of cultivated plants in the tropics, FAO. Bulletin of Agricultural Services, 118, 1-194.
 56. **SAIDI A. (2013).**Contribution à l'étude de la relation fleurs-papillons de jours au Parc National de Gouraya(Bejaïa). Mémoire de master.Université de Bejaïa, 89 p.
 57. **Scheuchl E. (2000) .Clé illustrée des genres de la super-famille des Apoidea .illustriertebestimmungstabellen der wildbienendeutschlandsundösterreichs band i : anthophoridae - gattungen(pp. 9-21)**
 58. **SOMMAGGIO D. 1999.**Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators, agriculture, Ecosystems and Environment74(1-3) : 343-356.

59. **Tahri k .et Cherragui M. (2017).**Contribution à l'inventaire des abeilles sauvages (Hyménoptèra– Apoidea) dans la région de Djelfa (Moudjbara et Messaad).Mémoire de master, Université de Djelfa, 86p.
60. **TAIMANGA. et F.-N. TCHUENGUEM FOHOUE .(2018).** Diversité des insectes floricoles et son impact sur les rendements fruitiers et grainiers de Glycine max (Fabaceae) à Yassa (Douala, Cameroun). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(1): 141-156,
61. **TerzoM .et RasmontP.2006.** *Clé des genres d'apoïdes d'Europe occidentale.* PP 23-59
62. **Vaissière B.Morison N. et Carré G. 2005.** « Abeilles, pollinisation et biodiversité », in *Abeilles & Cie* n°106, p 10-14. Editeur responsable Etienne Bruneau, Louvain-la-Neuve.
http://www.cari.be/medias/abcie_articles/106_biodi2.pdf
63. **Villemant C. et Fraval A.(1993).** La faune entomologique du chêne liège de la Mamora (Maroc). *Ecol. Medit.* 19 (3/4). pp 89-98.
64. **Zerck P-L. (2013).** Adaptation comportementale au polylectisme chez les abeilles (Hymenoptera, Apoidea). Mémoire en Sciences Biologiques, Université de Mons, 82p.

Annexe 1 : Flore non exhaustive, visitée par l'ensemble de l'entomofaune pollinisatrice au cours de la période comprise entre Mars et Juin (2023)

Famille botanique	Espèces végétales
Apiacées	<i>Thapsia garganica</i>
Asteraceae	<i>Othonopsis cheirifolia</i>
	<i>Bellis Sylvestris</i> Cirillo, 1792
	<i>Calendula Arvensis</i> Vail, 1753
	<i>Glebionis coronaria</i> (L.)
	<i>Centaurea Pullata</i> L., 1753
	<i>Carduus pycnocephalus</i> L., 1763
	<i>Urospermum dalechampii</i> Schmid, 1795
	<i>Gazania rigens</i> (L.) Gaertn. 1791
	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam., 1779
	<i>Onopordum acanthium</i> L., 1753
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i> L., 1753
	<i>Echium australe</i> Lam, 1792
Brassicaceae	<i>Matthiola lunata</i> DC., 1821
Lamiaceae	<i>Teucrium polium</i>
	<i>Rosmarinus officinalis</i> L., 1753
Liliaceae	<i>Asphodelus microcarpus</i> Parl, 1857
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L., 1753
Papilionaceae	<i>Astragalus monspessulanus</i> Curtis, 1753
Plantaginaceae	<i>Antirrhinum majus</i> L., 1753
Rhamnacées	<i>Ziziphus lotus</i>
Rosaceae	<i>Crataegus oxyacantha</i>
	<i>Rubus ulmifolius</i>
<u>Aizoaceae</u>	<i>Aptenia cordifolia</i> (L.f.) Schwantes
Solanaceae	<i>Lycium shawii</i> Roem. & Schult.
	<i>Hyoscyamus niger</i> L
Caprifoliacées	<i>Lonicera</i> spp

Résumé :

L'étude de la biodiversité de l'entomofaune pollinisatrice, au niveau de la région de Bordj Bou Arreridj, met en évidence la présence de 46 espèces, réparties en quatre ordres, 23 familles dont 8 appartenant à l'ordre des Coléoptères, et 5 familles pour chacun des Ordres : Hyménoptères, Diptères et Lépidoptères.

L'ordre des Hyménoptères est le plus riche, où nous comptons 18 espèces ce qui représente un taux de 39,13 %. Avec la famille des Apidae qui est la plus riche en espèces, avec un taux de 50 %.

La classification des espèces selon l'abondance relative, nous a permis de mettre en évidence une seule espèce commune : *Apis mellifera*, une espèce rare de la famille des Megachilidae : *Rhodanthidium sticticum* et 44 espèces très rares.

La classification des espèces selon leurs fréquences d'occurrence, nous a permis de hiérarchiser les espèces récoltées de telle façon à distinguer 5 espèces omniprésentes, dont deux, de la famille des Apidae, un Syrphidae. Sept espèces constantes, 5 espèces régulières, 21 espèces accessoires et 8 accidentelles.

Mots clés : inventaire, Bordj Bou Arreridj, Apidae, Coléoptères, Syrphidae, omniprésentes.

المخلص

المساهمة في جرد تنوع الحشرات الملقحة مع التركيز على النحل على مستوى منطقة برج بو عريريج

إن دراسة تنوع المجموع الحشري الملقح على مستوى منطقة برج بو عريريج؛ كشف عن وجود 46 نوع حشري، موزعين على 4 رتب، 23 فصيلة منها. 8 فصائل من رتبة غمديات الأجنحة و 5 فصائل للرتب الباقية وهي غشائيات الأجنحة، ثنائيات الأجنحة ورتبة حرشفيات الأجنحة.

رتبة غشائيات الأجنحة هي الأكثر تنوع، أين سجلنا 18 نوع بمقدار 39,13%.

مع العلم أن فصيلة النحل هي الأكثر وفرة نوعية على مستوى غشائيات الأجنحة بمقدار 50%.

اعتمادا على الوفرة النسبية تم تسجيل نوع واحد مألوف الانتشار ممثل *Apis mellifera* ونوع واحد نادر الانتشار (*Rhodanthidium sticticum*) من فصيلة Megachilidae و 44 نوعا أكثر ندرة.

أما تصنيف الأنواع حسب تواترها سمح لنا بترتيبها على المنوال التالي : 5 أنواع واسعة الانتشار، اثنين منها من عائلة النحل وواحد من السيرفيدات. 7 أنواع ثابتة الانتشار، 5 أنواع منتظمة، 21 نوع مرافق و 8 أنواع عرضية.

الكلمات الدالة : الحشرات الملقحة جرد النحل مألوف الانتشار Megachilidae