



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur

Et de la Recherche Scientifique

Université de Tissemsilt

Faculté des Sciences et De la Technologies

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master académique en

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Présenté par : M^{lle}. KHODJASiham

M^{lle}. REFSIAsma

Thème :

**Etude des communautés des abeilles sauvages
au sein de quelques stations de la willaya de
Tissemsilt**

Soutenu le : 12/06 / 2023

Devant le jury :

M'MAIRIF Mohamed	Président	MAA	Université -Tissemsilt
M ^r Dermene Abdelkader	Encadreur	MAA	Université -Tissemsilt
M ^r Arjane Adda	Co-encadreur	MAA	Université -Tissemsilt
M ^r Djetti Tayeb	Examineur	MCB	Université -Tissemsilt

Année Universitaire : 2022 – 2023

Remerciements

Nos remerciements vont d'abord à Dieu tout-puissant de nous avoir donné la patience de réaliser ce modeste travail.

*Nos remerciements vont à notre encadrant **M. Dermene Abdelkader**, pour son suivi et pour son soutien pour réaliser notre modeste travail.*

*Nos remerciements vont aussi à notre – encadrant **M. Arjane Adda**, maître de Assistant A, à l'université de Tissemsilt, Faculté des sciences et de la technologie*

Nous adressons nos vifs remerciements aux membres du jury :

***Mr MAIRIF Mohamed**, maître d'Assistant A de à l'université de Tissemsilt, Faculté des sciences et de la technologie présider le jury de soutenance de mon mémoire de fin d'étude.*

***Mr Djetti Tayeb**, maître conférences B à l'université de Tissemsilt, Faculté des sciences et de la technologie A pour avoir accepté de juger mon travail.*

Bien sûr, nous ne pouvons terminer sans remercier encore une fois nos proches du fond de notre cœur et notamment nos parents pour leur soutien inconditionnel dans toutes les étapes de notre vie.

Merci à toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste mémoire.

Dédicace

*Grace au dieu, le tous puissant qui m'a donné le courage et la
volonté*

Pour réaliser ce modeste travail que je dédie :

*À qui je manque de tout mon cœur... Ma chère partie mon père
(Allah yerhmo)*

*La lumière de mes jours, la source de mes efforts, ma vie et mon
Bonheur ; maman que j'adore.*

Mes sœurs

Mes neveux

Mes cousines

Ma binôme

Mes chères amies

Aux ceux qui m'aiment et que j'aime

Siham



Dédicace

*Grace au dieu, le tous puissant qui m'a donné le courage et la
volonté*

Pour réaliser ce modeste travail que je dédie :

*Chers mes parents chaque succès que j'ai connu est le fruit de
votre enseignement et de votre exemple.*

*la force douce qui m'a porté tout au long de ma vie et la lumière
qui guide mes pas mon cher papa.*

*La source de tout le bien qui existe moi et celle qui m'a appris les
premiers lettres ma chère maman, tes sacrifices silencieux sont
gravés dans mon cœur.*

*Le pilier de me vie, celui qui m'a soutenu inlassablement et celle
qui a pertinemment attendu mon succès pendent toutes ces
années, ma grand-mère Aicha.*

*J'adresse enfin ma plus grande reconnaissance à ma famille et
ma binôme.*

Asma



ملخص

الجزائر، أكبر دولة في أفريقيا، تحتوي على تنوع كبير في النحل البري نظرا لظروفها البيئية ومناخها وتنوع نباتاتها. يمثل هذا العمل قائمة لأنواع النحل عبر ثلاث محطات في منطقة تيسمسيلت. تم الإحصاء و الجرد خلال الفترة الممتدة من مارس إلى مايو 2023، وتم التعرف على 20 نوعاً من النحل بإجمالي 127 فرداً. تنتشر هذه الأنواع بين 10 أصناف و4 عائلات. عائلة Apidae تحتل أعلى نسبة بنسبة 93٪، تليها عائلة Megachilidae بنسبة 5٪، وأخيراً عائلي Andrenidae و Halictidae بنسبة 1٪ لكل واحدة. يعتبر Apoides عناصر أساسية لتوازن التنوع البيولوجي والحفاظ على النظام البيئي.

الكلمات الرئيسية: النحل البري ، تيسمسيلت، تنوع، النظام البيئي.

Résumé

L'Algérie, est le plus grand pays d'Afrique, possède une faune d'abeilles riche en espèces du fait de ses conditions écologiques, de son climat et de sa flore diversifiée. Le présent travail représente une liste des espèces d'abeilles à travers trois stations dans la région de Tissemsilt. L'inventaire, réalisé au cours de la période allant du mars jusqu'au mai 2023, a permis d'identifier 20 espèces d'abeilles pour un total de 127 spécimens. Ces espèces sont réparties entre 10 genres et 4 familles. Les Apidae présentent le plus fort taux avec 93% puis les Megachilidae avec 5 %, et enfin les Andrenidae et les Halictidae avec 1 %. Les Apoïdes sont des éléments essentiels pour l'équilibre de la biodiversité et la préservation de l'écosystème.

Mots clés : Abeilles sauvages, Tissemsilt, diversité, écosystème.

Abstract

Algeria, the largest country in Africa, has a species rich bee fauna because of its ecological conditions, climate and diversified flora. The present work represents a list of bee species across three stations in the Tissemsilt region. The inventory, carried out over the period from March to May 2023, identified 20 bee species for a total of 127 specimens. These species are divided into 10 genera and 4 families. The Apidae have the highest rate with 93%, followed by the Megachilidae with 5%, and finally the Andrenidae and Halictidae with 1%. Apoïdes are essential for the balance of biodiversity and the preservation of the ecosystem.

Keywords: wild bees, Tissemsilt, diversity, ecosystem.

Table de matière

Remerciements

Dédicace

ملخص

Résumé

Abstract

Table de matière

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Généralités sur les abeilles sauvages

I.1. Origine des abeilles..... 5

I.2. Diversité des abeilles 5

I.3. Morphologie..... 6

I.3.1. La tête 6

I.3.2. Le thorax 6

I.3.3. L'abdomen 7

I.4. Modes de vie 7

I.4.1. Abeilles sociales et abeilles solitaires 7

I.5. Parasitisme chez les abeilles 10

I.6. Nidification 10

I.7. Relation plante-abeille 11

I.8. Importance des abeilles..... 12

I.9. Déclin des abeilles 13

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II.1. Situation géographique de la wilaya de Tissemsilt 15

II.2. Conditions climatiques 15

II.2.1. La Température 16

II.2.2. Précipitation..... 16

II.2.3. Vent 17

II.3. Synthèse climatique..... 17

II.4. Diagramme ombrothermique de Gaussen 18

II.5. Place de la région d'étude dans le climagramme pluviométrique d'Emberger..... 18

II.6. Caractéristiques biotiques..... 20

II.6.1.Faune	20
II.6.2.La flore	20

Chapitre III. Matériel et méthodes

III.1. Choix des stations d'étude en milieu naturel	22
III.1.1.Station de la forêt de Sidi Bentamra (Kababa).....	22
III.1.2.Station d'Ouled Bessem (Yazro)	22
III.1.3. Station de Boucaid (El bwatit).....	22
III.2. Méthode d'échantillonnage des abeilles sauvages.....	23
III.2.1. Chasse à l'aide des sachets en matière plastique	23
III.2.2.L'aspirateur à bouche.....	23
III.2.3.Filet entomologique	23
III.2.4.Pièges à eau jaunes (assiettes).....	24
III.3. Méthode de conservation des échantillons.....	26
III.4. Méthode d'identification des abeilles sauvages.....	27
III.4. 1.Recensement et détermination de la flore	27
III.4. 2.Etablissement d'un herbier	27
III.5. Méthodes d'exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage	27
III.6.Méthodes d'exploitation des résultats par les indices écologiques de composition	27
III.6.1.Richesse spécifique totale	28
III.6.2.Fréquence centésimale ou Abondance relative	28
III.6.3.Constance des espèces ou fréquence d'occurrence.....	28
III.7. Méthodes d'exploitation des résultats par les indices écologiques de structure	29
III.7.1. Diversité spécifique de Shannon-Weaver (1963)	29
III.7.2. Concentration et uniformité	29
III.7.3. Equirépartition des espèces.....	30

Chapitre : IV. Résultats

IV.1. Les Faune des Apoidea	32
IV.1.1. Classification des Apoidea de la région d'étude	32
IV.1.2. Aires de répartition des Apoidea à travers les trois stations	33
IV.1.3. Composition de la faune des Apoidea	34
IV.1.4. Phénologie des abeilles.....	36
IV.1.4.1. Phénologie des familles d'abeilles.....	36
IV.1.4. Qualité d'échantillonnage	38
IV.1.5. Analyse des populations d'Apoidea par les indices écologiques de composition	38
IV.1.5.1. Richesse totale et spécifique	38
IV.1.5.2. Richesse moyenne.....	39

IV.6. Analyse de la diversité des abeilles sauvages	39
IV.2. Flore naturelle inventoriée	40
IV.8. Flore visitée par les espèces d'apoïdes	40
IV.8.1. Flore visitée par l'ensemble des Apoidea	40

Chapitre V : Discussion

V.1. Faune des Apoidea	43
V.1.1. Classification et composition des Apoidea	43
V.1.3. Composition de la faune d'Apoidea.....	43
V.1.4. Phénologie des Apoidea.....	44
V.1.5. Analyse des populations d'Apoidea par les indices écologiques de structure appliquées aux populations d'abeilles sauvages.....	45
V.2. Choix floraux des Apoidea.....	45
Conclusion générale	48
Perspectives	49
Les Références :	51

Liste des figures

Figure 1 :Photographies de pollinisateurs apiformes, (a) <i>Anthophora plagiata</i> , (b) <i>Eucera dimidiata</i> (c) <i>Dioxys cincta</i> et (d) <i>Melecta</i> sp. Photos de N. Vereecken.....	5
Figure 2: Classification des abeilles de Danforth et al. (2006a, b) redessinée par Michez (2007).	6
Figure 3: Schéma de la morphologie générale d'un Hyménoptère Apoidea (O'tool et Raw, 2004).	8
Figure 4: Tête d'un Apoidea (Megachilidae) (Banaszak et Romasenko,2001)	8
Figure 5: Nervation alaire d'un Hyménoptère Apoidea, A : aile antérieure (AA), B : aile postérieure (AP) (Barour, 2012).	9
Figure 6: Cycle biologique général de l'abeille solitaire (Verecken, 2011).	9
Figure 7: a)L'abeille charpentière (<i>Xylocopa virginica</i>) fait son nid dans le bois. Photo prise par Dane Larsen 2017,b) nid de bourdons (Muller; 2023).	11
Figure 8: La localisation de la wilaya de Tissemsilt. (Djetti et al. 2017, modifie).	15
Figure 9: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Tissemsilt pour l'année 2022.	18
Figure 10: Climagramme d'Emberger pour la wilaya de Tissemsilt 2022.	19
Figure 11 : Station de Sidi Bentamra de Tissemsilt (originale 2023).	24
Figure 12 : Station de la commune d'Ouled Bessem (Originale 2023).	24
Figure 13: Station de la commune de Boucaid (Originale2023).	25
Figure 14: Méthode active (Originale 2023).	25
Figure 15: Filet fachour(Originale 2023).	25
Figure 16: : Les pièges à eau (originale 2023)	26
Figure 17 : Montage et conservation des abeilles (Originale 2023).	26
Figure 18: Répartition du nombre de Taxons par famille	35
Figure 19: Répartition du nombre de spécimens par famille	36
Figure 20: Phénologie des Apidae	36
Figure 21: Phénologie des Megachilidae	37

Figure 22: Phénologie des Halictidae.....	37
Figure 23: Phénologie des Andrenidae	37
Figure 24: Répartition en pourcentage des familles végétales sur lesquelles les apoïdes ont été capturées pendant la période d'échantillonnage.....	41
Figure 25: Répartition des visites florales effectuées par les familles d'apoïdes entre les principales familles botaniques.	41

Liste des tableaux

Tableau 1: Températures moyennes mensuelles, maxima et minima dans la région de Tissemsilt en 2022, exprimées en degrés Celsius. ((M) = Moyenne des températures maximales mensuelles. (m) = moyenne des températures minimales mensuelles. $(M+m) / 2$ = moyenne mensuelle des températures).....	16
Tableau 2: représente la quantité de précipitation au cours de l'année 2022.....	17
Tableau 3: Vitesses moyennes mensuelles (km/h) du vent, dans la région de Tissemsilt en 2022.....	17
Tableau 4: Quotient pluviothermique d'Emberger	19
Tableau 5: Espèces d'abeille sauvages inventoriées dans les trois stations pendant la période d'étude pendant mars à mai.....	32
Tableau 6: Répartition des espèces d'abeilles sauvages dans les trois stations de Tissemsilt.	33
Tableau 7: Nombre d'individus, fréquences centésimales et fréquences d'occurrence de chacune des espèces d'Apoidea capturée ou observée à travers les régions d'étude.	34
Tableau 8: Le rapport a/N de chacune des stations.	38
Tableau 9: Richesse totale ou spécifique des abeilles dans chaque station d'étude.	38
Tableau 10: Richesse moyenne des abeilles dans chacune des stations d'étude.	39
Tableau 11: Différents indices écologiques basés sur le nombre d'individus dans les 3 zones d'étude.....	39
Tableau 12: Calendrier de floraison des plantes dans les trois stations d'étude du Tissemsilt.	40
Tableau 13: Nombre total, taux de visites florales et nombre d'espèce visiteuses des plantes spontanées en 2023.....	40
Tableau 14: Répartition des familles d'apoïde sur les familles et les espèces végétales.	41

Introduction générale

Introduction générale

Les insectes sont les plus diversifiés et comprennent les espèces les plus riches du règne animal, et ils sont importants pour l'environnement et l'équilibre de l'écosystème et en particulier. Les abeilles sauvages et leur rôle sur le globe et ils sont parmi les plus grands pollinisateurs des plantes à fleurs et des plantes cultivées nécessaires à notre consommation.

Actuellement, on estime à 20 000 le nombre d'espèces d'abeilles décrites, regroupées en 7 familles Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae et Stenotritidae laquelle est uniquement présente en Océanie (Danforth et al., 2006).

Les abeilles sauvages sont pour la plupart solitaires, c'est-à-dire qu'elles ne forment pas de société complexe composée d'un couple royal et d'une cour d'ouvrières : leur biologie est finalement assez proche de la plupart des autres insectes, puisqu'on retrouve un mâle, une femelle et leur descendance. Il existe également d'autres espèces d'abeilles sauvages «sociales», notamment les bourdons et les Halictidae (Michez, Verecken, 2010).

L'écologie des abeilles se caractérise par des variations dans la socialité, la nidification et le choix de nourriture (Nieto et al, 2014). Ainsi que par leurs multiples adaptations aux conditions environnementales auxquelles elles sont soumises au cours de leur cycle de développement (Michener 2000). Les nids des abeilles sauvages solitaires sont invariablement constitués de cellules larvaires individuelles que les femelles approvisionnent de diverses ressources florales (pollen, nectar) avant d'y pondre un œuf unique (Eickwort et Ginsberg 1980; Wcislo et Cane 1996). Chez certaines espèces comme les omises (p.ex. *Osmia bicolor* ou *Osmiarufa*), les femelles construisent régulièrement plusieurs nids au cours de la saison (Jacob-Remacle 1989, 1990; Westrich 1989, 1990). Une fois terminé, chaque nid peut ainsi regrouper plusieurs cellules larvaires indépendantes (parfois plus d'une dizaine). Si certaines espèces d'abeilles sauvages sont développées des adaptations leur permettant de nidifier dans des tiges creuses ou le bois. L'alimentation des abeilles se compose de nectar et de pollen en provenance des fleurs. Le nectar est un combustible énergétique alors que le pollen constitue la ressource en protéines, minéraux, vitamines indispensables pour la croissance des larves. (Fabrice Requier, 2016). Cette composition de l'alimentation est le trait commun entre toutes les espèces d'abeilles. Cependant, il existe une grande variabilité en ce qui concerne la spécialisation des espèces. Les espèces capables de prélever du pollen sur diverses familles de plantes sont dites polylectiques. Les espèces ne se nourrissant que d'une seule famille ou genre de plantes sont

appelées oligolectiques. La spécialisation de certaines espèces d'abeilles pour un nombre réduit de végétaux repose en partie sur des critères morphologiques de la fleur et de l'espèce d'abeille. Le degré de spécialisation dépend également de la qualité du nectar et du pollen (Fabrice Requier, 2016).

Les abeilles sauvages sont considérées comme les principaux pollinisateurs au niveau mondial qui fournissent un service écosystémiques pour l'homme et ont un rôle indispensable dans le maintien de la diversité végétale (Nieto et al. 2014). Des études ont souligné une augmentation de la production des plantes lorsque celles-ci sont pollinisées par des abeilles sauvages (Garibaldi et al, 2013). De plus, l'amélioration de la qualité des cultures est liée à une diversité accrue de ces abeilles (Macinnis et Forrest, 2019 ; Drossart et al, 2019 Garibaldi et al. 2013 ; Kleijn et al, 2013). Nombreux auteurs à travers le monde ont étudié les abeilles sauvages. D'autres travaux ont été réalisés en Amérique notamment ceux de Michener, 1944, 1979, 2007 ; Huber, 1993 ; Chagnon, (2008), en Europe (Jacob-Remacle, 1989a et b ; Rasmont et al, 1995 ; Patiny, 1999 ; Pauly, 2014), en Australie (Almedia et al., 2012) et au Sahara d'Afrique (Patiny et al., 2008).

Au cours des deux derniers siècles, plusieurs études sur les abeilles sauvages en Algérie ont été réalisées par Pérez (1895, 1902), Saunders (1908), Alfken (1914), Morice (1916), Schulthess (1924) et Warncke (1974). Plus récemment, d'autres études dans l'est et le centre de l'Algérie ont été réalisées par Louadi et al. (2008), Benarfa et al. (2013), Bendifallah et al. (2013), Cherair et al. (2013) et Djouama et al. (2016). Selon Lhomme et al. (2020), l'estimation de la diversité des Apoidea en Algérie est probablement d'environ 900 espèces. Malheureusement, à l'heure actuelle, il n'existe pas de liste de contrôle nationale exhaustive.

À l'Ouest, aucune étude approfondie visant les abeilles sauvages n'a été entreprise depuis les travaux de Warncke (1974). Récemment, Dermane et al. (2021) a répertorié 56 espèces d'*Andrena* dans la région de Tissemsilt, dont l'espèce *Andrena hystrix* Schmiedeknecht, 1883 est une nouvelle pour la faune des abeilles en Algérie. Cette région du pays en reste dépourvue et c'est pour cela que nous l'avons choisie, et elle est idéale pour explorer les abeilles.

La présente étude veut apporter un éclaircissement sur la connaissance des abeilles sauvages dans le Nord-Ouest de l'Algérie. Elle vise plusieurs objectifs qui s'appuient sur plusieurs hypothèses. Le premier aspect concerne l'établissement de la liste des espèces d'Apoidea dans trois stations de la région de Tissemsilt. Le deuxième aspect est étudié leur distribution et leur diversité dans les trois sites d'étude et différentes par l'altitude et par le couvert végétal.

Introduction générale

Ce mémoire s'articule autour de cinq chapitres. Le premier chapitre est consacré aux données bibliographiques ayant trait l'origine des abeilles et la diversité, la morphologie le mode de vie et le parasitisme ainsi que nidification et l'importance des abeilles dernièrement le déclin des abeilles. Le deuxième chapitre traite de la présentation de la zone d'étude. Le troisième chapitre décrira le matériel et la méthode. Il traite des protocoles expérimentaux adoptés pour la réalisation de ce travail sur le terrain. Le quatrième chapitre l'exploitation et le traitement des résultats. Les discussions sont séparées des résultats et sont placées dans le cinquième chapitre. La présente étude se termine par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I

Généralités sur les abeilles sauvages

I. Généralités

I.1. Origine des abeilles

Les abeilles sont apparues il y a environ 130 millions d'années et leur présence a été importante pour la diversification des angiospermes (Cardinal et Danforth, 2013). Elles provenaient probablement d'une colonie de guêpes aux larves carnivores (c'est-à-dire des guêpes sphécoïdes) qui adopteraient un régime végétarien (Danforth et al., 2013). Les abeilles font partie de l'ordre des hyménoptères. On les trouve dans le sous-ordre Apocrites, et dans le sous-ordre Aculeates, dans la superfamille des Apoidea (Brady, Larkin et Danforth, 2009). Cette superfamille comprend des colonies de guêpes sphéciformes et des colonies d'abeilles (Mathilde C., 2019).

I.2. Diversité des abeilles

A l'heure actuelle, on estime qu'il existe environ 20000 espèces d'abeilles décrites (Danforth et al. 2013). Elles se retrouvent sur tous les continents et dans des habitats très divers, des toundras aux forêts tropicales (Fig.1). La condition principale à leur présence est la disponibilité en ressources florales. Les abeilles sont réparties en 7 familles (Fig.2), les familles à langue longue à savoir les Megachilidae et les Apidae et les familles à langue courte que sont les Colletidae, Stenotritidae (uniquement en Australie), Halictidae, Andrenidae et Melittidae (Danforth et al. 2006).



Figure 1 : Photographies de pollinisateurs apiformes, (a) *Anthophora plagiata*, (b) *Eucera dimidiata* (c) *Dioxys cincta* et (d) *Melecta* sp. Photos de N. Vereecken

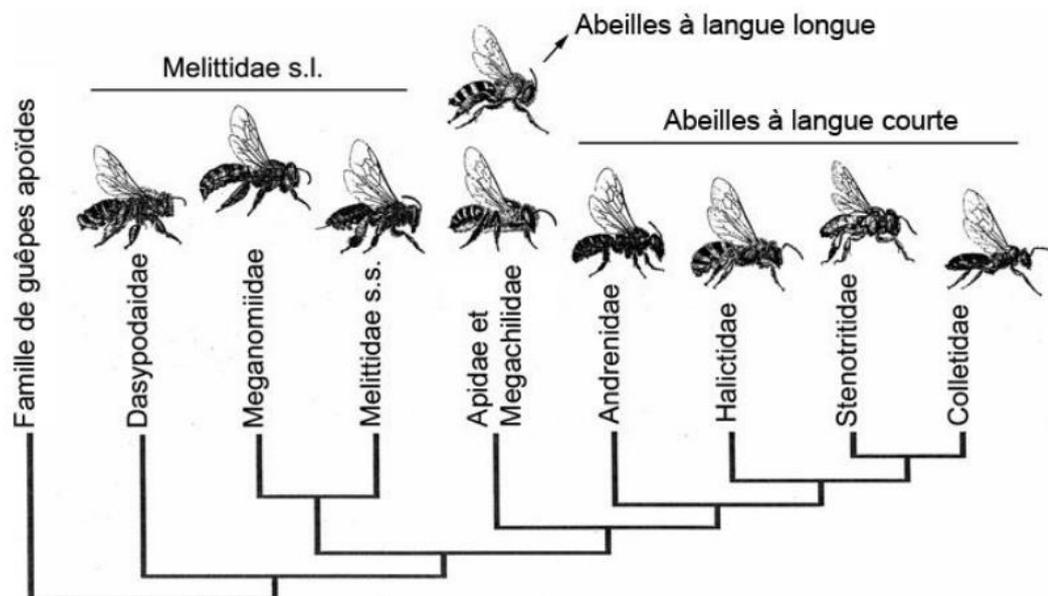


Figure 2: Classification des abeilles de Danforth et al. (2006a, b) redessinée par Michez (2007).

I.3.Morphologie

Les abeilles sont des animaux de l'embranchement des Arthropodes, de la classe des insectes et de l'ordres Hyménoptères possèdent un corps divisé en 3 parties (tête, thorax et abdomen), 6 pattes articulées et 2 antennes partagent certaines caractéristiques comme leur fameuse « taille de guêpe ». Les abeilles sont, en revanche, les seuls hyménoptères dotés d'organes dédiés la collecte du nectar et du pollen.

I.3.1.La tête

C'est une capsule ovale (Le conte, 2011) avec deux très grands yeux. De grande taille,avec trois yeux monoculaires de chaque côté de la tête. Ce sont trois petits yeux au centre de la tête. Il existe également des antennes qui permettent la communication et pièces buccales (Guston, 2008 ; Clément, 2010).

I.3.2.Le thorax

Il est formé de trois anneaux deux paires d'ailessoudés, sur chacun d'eux est fixée une paire de patte etdeux paires d'ailes. La premier est reliée sur le second segment etla deuxième paired'aile sur le troisième segment(Le conte,2005).

I.3.3.L'abdomen

Il contient le système respiratoire, le système circulatoire, le système digestif et certains nombre de glandes. Il se présente sous la forme d'organes fragiles, d'organes reproducteurs et Rectum (Michener, 2000).

I.4. Modes de vie

Il existe plusieurs stratégies pour le mode de vie chez les abeilles. Certains ont adopté un comportement social, tandis que d'autres sont solitaires ou parasites.

I.4.1. Abeilles sociales et abeilles solitaires

La plupart des abeilles sauvages sont solitaires. Cela signifie que la femelle construit et fournit le nid par elle-même sans l'aide d'autres individus, et une fois les œufs pondus, aucun lien ne s'établit entre la femelle et les larves (fig. 6). Dans certains cas, la femelle prend soin de sa progéniture et les nourrit. Dans ce cas, il s'agit d'une relation subsociale. Chez les abeilles solitaires il existe des d'agrégation, c'est-à-dire de grands réseaux de nids compacts résultant de conditions de site très favorables à la nidification (Stephen et al. 1969; Michener, 2007). Les tribus Apini et Meliponini forment ce que l'on appelle une colonie d'abeilles hautement eusociales.

Celles-ci ont un cycle de vie colonial tout au long de leur vie. Cette colonie est composée de reines chargées d'assurer la progéniture et de la ponte, de mâles fertiles et de fourmis ouvrières qui s'occupent de la progéniture, collectent la nourriture, protègent le nid, etc. Dans une telle société, la reine des abeilles ne peut pas vivre seule car elle ne butine jamais. Les ouvrières, stériles et incapables de vivre sans reine, fournissent alors la progéniture de la colonie. L'établissement d'une nouvelle colonie se fera dans une petite colonie avec une nouvelle reine (qui pond un œuf femelle fertile à la fin de l'été) et quelques abeilles ouvrières (Mathilde C, 2019).

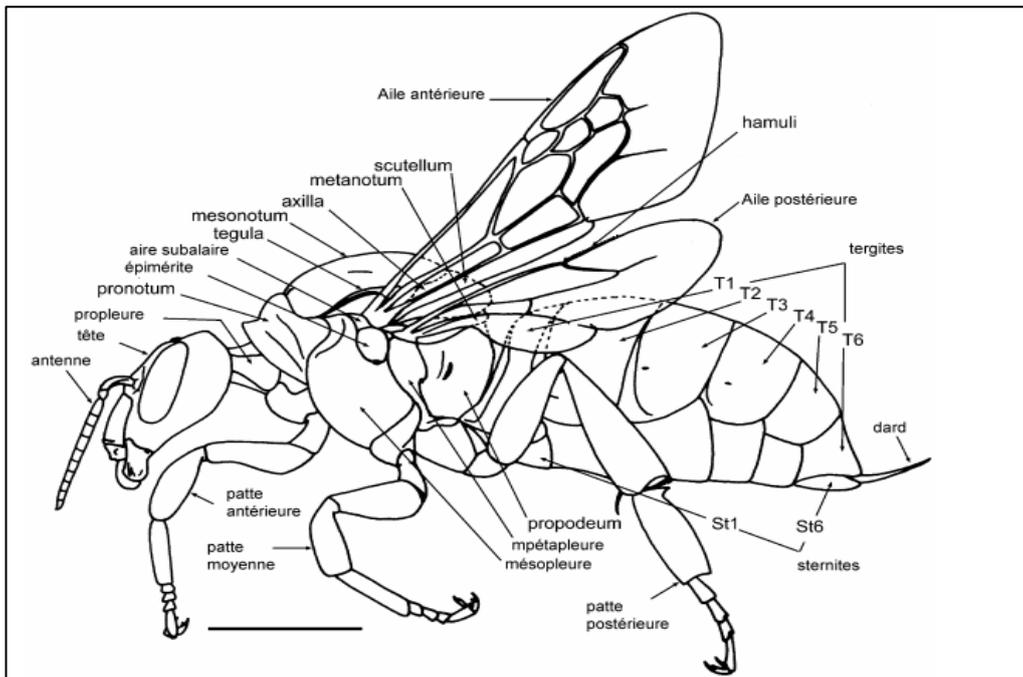


Figure 3: Schéma de la morphologie générale d'un Hyménoptère Apoidea (O'tool et Raw, 2004)

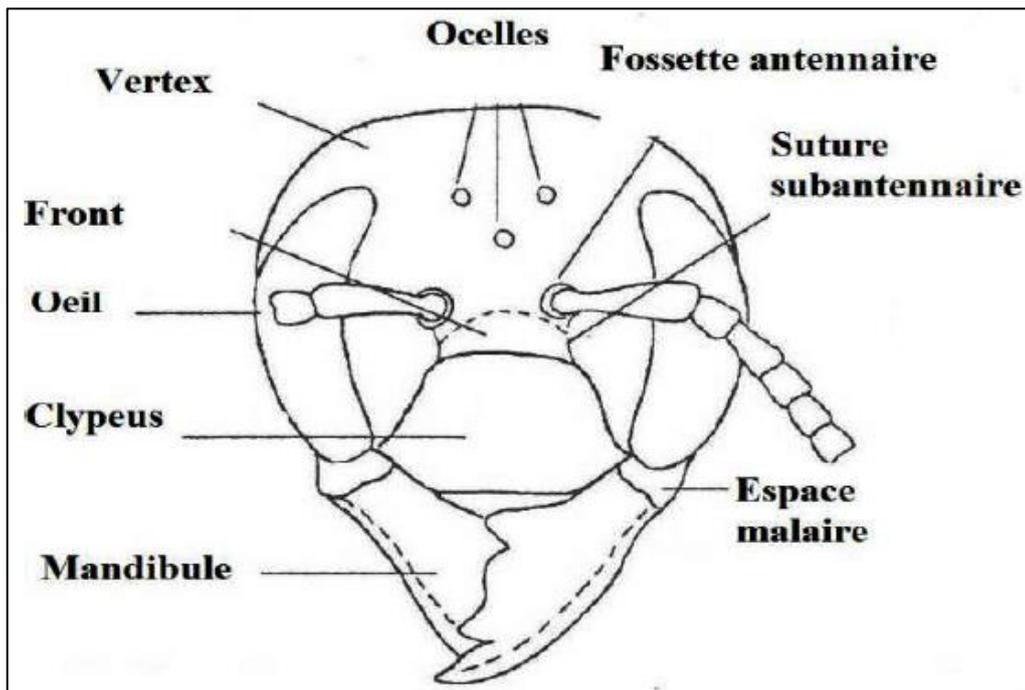


Figure 4: Tête d'un Apoidea (Megachilidae) (Banaszak et Romasenko, 2001)

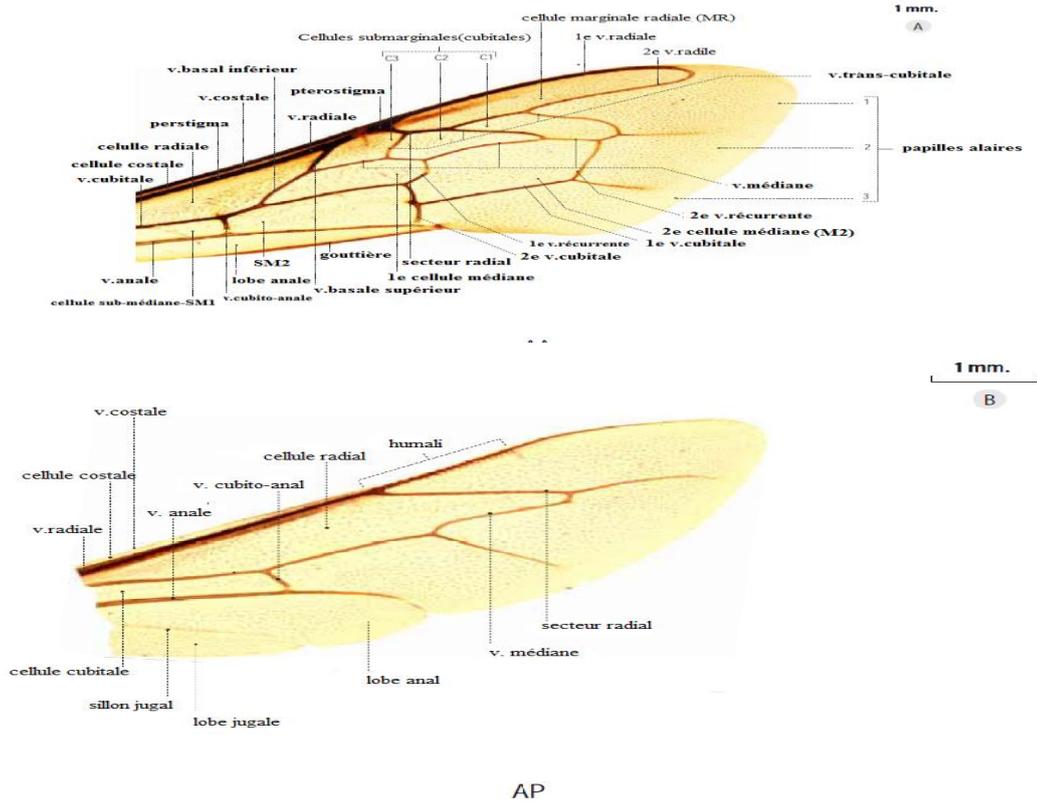


Figure 5: Nervation alaire d'un Hyménoptère Apoidea, A : aile antérieure (AA), B : aile postérieure (AP) (Barour, 2012)

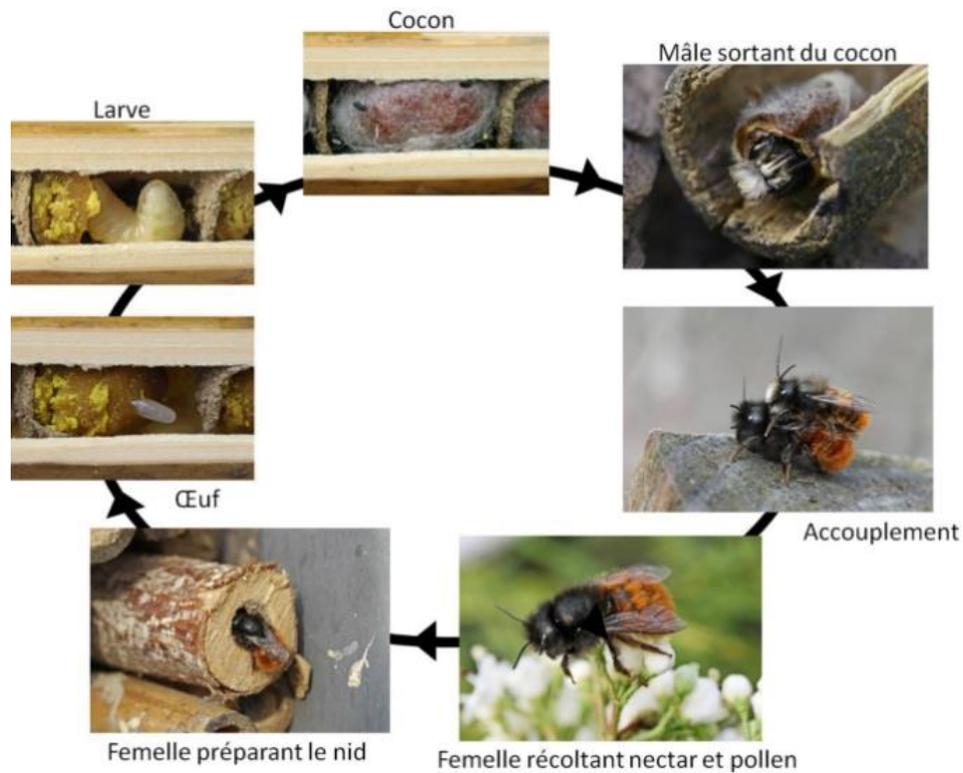


Figure 6: Cycle biologique général de l'abeille solitaire (Vereecken, 2011)

I.5.Parasitisme chez les abeilles

Un autre mode de vie présent chez les abeilles est le parasitisme. Il existe plusieurs formes de parasitisme dont le cleptoparasitisme et le parasitisme social

Les abeilles cleptoparasites, aussi appelées abeilles coucous, vont pondre leurs œufs dans le nid qu'une abeille d'une autre espèce aura construit au détriment de celle-ci. Les larves de ces abeilles coucous vont donc se nourrir et se développer grâce aux ressources prévues à la base pour les larves de l'abeille hôte. La femelle parasite ne doit donc construire aucun nid et ne doit pas se préoccuper de trouver de la nourriture pour sa descendance. Dans ce genre de relation qui est obligatoire pour le parasite, l'hôte sera toujours une espèce solitaire. Parmi ces abeilles coucous, on retrouve les espèces du genre *Nomada*, du genre *Coelioxys* et du genre *Sphecodes*. (Sheffield et al., 2013).

Le cas le plus connu de parasitisme social concerne le sous-genre *Psithyrus* qui parasite le genre *Bombus*. Une femelle *Psithyrus* va s'introduire dans une colonie, s'imprégner de l'odeur de la colonie pour ensuite remplacer la reine hôte qui peut parfois être tuée. La nouvelle reine va alors commencer par détruire les œufs et larves de l'ancienne reine. Elle pourra ensuite avoir sa propre descendance qui sera alors nourrie et soignée par les ouvrières de la colonie (Lhomme, 2009).

Il existe aussi des espèces d'abeilles qui vont investir le nid d'autres abeilles afin de leur voler leurs ressources. Par exemple, les abeilles du genre *Lestrimelitta* ne visitent aucune fleur à la recherche de ressources mais vont les voler dans des colonies d'autres abeilles. D'ailleurs, elles ne possèdent pas de corbeille pour récolter le pollen (Von Zuben & Nunes, 2014).

I.6.Nidification

La plupart des abeilles construisent leurs nids sous terre. D'autres espèces utilisent les tiges creuses des plantes ou des branches, comme les abeilles *Hylaeus*(Colletidae) et *Ceratina*(Apidae). Certaines espèces d'Halictidae dont *Eugochlora pura*, construisent des nids dans du bois mort en décomposition. Les Megachilidae construisent leurs nids dans des tunnels creusés dans le sol, dans des tiges de plantes ou dans des cavités préformées, comme les terriers que d'autres insectes creusent dans le bois (Nojoud, M.2006).

Les abeilles peuvent être divisées en trois groupes en fonction de l'emplacement de leurs nids :a) les espèces terricoles qui nidifient dans le sol. b) les espèces de xylitol qui cachent leur progéniture dans du bois (mort ou travaillé), des tiges creuses ou des brindilles moelleuses. c) les

espèces dans laquelle les nids libres sont entièrement construits par la femelle, sur une variété de supports.

Un nid d'abeilles est en quelque sorte la "maison" des abeilles où elles bâtissent les alvéoles qui leurs servent à stocker nectar et pollen mais aussi à pondre les œufs qui donneront les futures abeilles. Nous allons aborder ici comment s'organise un nid d'abeilles autour de la reine, des ouvrières et des mâles mais aussi sa construction par les abeilles cirières (Mathilde C, 2019).



Figure 7: a) L'abeille charpentière (*Xylocopa virginica*) fait son nid dans le bois. Photo prise par Dane Larsen 2017, b) nid de bourdons (Muller; 2023).

I.7. Relation plante-abeille

Ces relations sont mutuellement bénéfiques car les plantes sont fertilisées par le pollen transmis par les insectes et les abeilles recherchent de la nourriture sur les plantes sous forme de nectar et de pollen. Les abeilles aussi développent des adaptations morphologiques pour trouver du pollen. Par conséquent, ils sont couverts de longs poils crochus auxquels les grains de pollen s'attachent facilement. Ils ont des structures conçues pour accumuler du pollen, qui varient d'une espèce à l'autre (Michener, 2007). La pollinisation des abeilles est essentielle, que ce soit pour les plantes cultivées dont les rendements intéressent les agriculteurs, ou pour les plantes sauvages dont la biodiversité est conservée grâce aux abeilles. Nous comprenons l'importance de maintenir ces interactions aussi harmonieuses que possible, même et surtout avec les changements induits par l'homme dans la gestion des systèmes agricoles. (Thierry et al, 2003).

De nombreuses espèces sont polylectiques et récoltent le pollen d'une grande variété de plantes sauvages et cultivées appartenant à différentes familles et contribuent à leur (Cane et

Sipes 2006). Les espèces oligolectiques collectent le pollen au sein d'un seul et même groupe de plantes, que ce soit des espèces d'une même famille ou d'un même genre (Cane et Sipes 2006; Ritchie et al. 2016). Ce type de spécialisation se retrouve beaucoup chez les abeilles solitaires (Michez et al. 2008). Cependant, certaines fleurs attirent les insectes pour d'autres raisons. Certaines orchidées imitent la forme des abeilles ou des guêpes de sorte que lorsque les mâles essaient de s'accoupler avec elles, elles laissent du pollen à l'intérieur de la fleur fausse femelle (Nojoud, 2005). Les fleurs sont donc absolument nécessaires à la vie des abeilles, fournissant toute leur nourriture et, accessoirement, un lieu de rencontre pour les deux sexes et de sommeil pour certains mâles (Sapir, 2003). Ecologiquement, les abeilles sont très utiles car elles participent à la pollinisation des plantes cultivées, si les arbres, les légumes et fruits, et de nombreuses plantes sauvages. Les pollinisateurs reçoivent du nectar et du pollen riche en sucre et en protéines, la production de ces dernières est suffisante pour que les fleurs ne manquent pas de protéines.

Au fil du temps, ces relations entre les plantes et les abeilles ont conduit à quelques adaptations. Accès facile aux ressources. Le premier ajustement concerne la taille de la langue. En fait, les abeilles à longue langue ont accès aux glandes nectaraires à la base des fleurs à longue langue ont accès aux nectaraires présents au fond des fleurs à longue corolle, préférez donc ce type de plante, et les abeilles à langue courte préfèrent la corolle du nectar est plus courte (Cosse, M., 2019.).

I.8. Importance des abeilles

La pollinisation est le terme employé pour désigner le transport du pollen issu des organes de reproduction mâle des plantes à fleurs, vers les organes de reproduction femelle. Ce phénomène peut parfois avoir lieu sans l'action de pollinisateurs comme les abeilles sauvages. En effet, certaines plantes sont hermaphrodites et peuvent donc s'auto-féconder. L'action du vent ou des pollinisateurs permet un brassage génétique, qui lui-même permettra de rendre les plantes plus résistantes en évitant la consanguinité. C'est en allant d'une plante à l'autre que les insectes pollinisateurs permettent la pollinisation et favorisent ce brassage génétique (Vaissière, 2005).

Les abeilles sauvages cherchent avant tout à collecter du nectar et du pollen pour se nourrir et nourrir leurs larves à naître. En butinant une fleur, l'abeille sauvage stocke du pollen sur ses pattes, son abdomen ou encore sa brosse ventrale. Or, le transport s'avère si mouvementé que seulement 10% du pollen arriveront à bon port, au nid, tandis que les 90% restant tomberont du corps de l'abeille, en vol, ou lorsqu'elle se posera sur une nouvelle fleur. Tout ceci contribuera à la pollinisation et donc à la reproduction des plantes (Dehbi et al. 2016).

Les abeilles sauvages sont les principaux moteurs d'importants services écosystémiques de pollinisation. Ils assurent à eux seuls 70% de la pollinisation des plantes cultivées. Ils sont particulièrement impliqués dans la reproduction des arbres fruitiers, des graines de colza telles que le canola et le tournesol, de nombreux légumes et épices, et plus encore. Il est donc indéniable que les abeilles jouent un rôle important dans la composition et la diversité de nos repas. Sur ces 70 %, seuls 15 % des cultures mondiales sont pollinisées par des espèces domestiquées telles que mellifera, le reste étant pollinisé par des espèces sauvages. (Ritchie et al, 2016).

I.9. Déclin des abeilles

Premièrement, la dégradation et la fragmentation des habitats semi-naturels sont d'importants facteurs de déclin. Cette fragmentation est le résultat des changements d'utilisation des terres et de l'intensification de l'agriculture. Cela entraîne des pertes de ressources alimentaires et de sites de nidification. L'intensification agricole a entraîné une baisse de la diversité végétale, les monocultures sur de grandes surfaces étant devenues plus courantes et privilégiées (Requier et Le Féon, 2017b). Deuxièmement, le changement climatique affecte la biodiversité mondiale en général, mais il affecte également les abeilles. Cela affecte la répartition des espèces. En effet, ceux-ci montrent que la latitude, ou l'altitude, augmente avec la température, ce qui leur permet de rester dans des environnements climatiques qui leur conviennent (Keniset al. 2009). Ensuite, les agents pathogènes et les parasites sont un autre risque pouvant affecter les colonies d'abeilles. Le commerce et le transport des colonies d'abeilles semblent transporter des parasites et des agents pathogènes envahissants, qui à leur tour affectent les abeilles sauvages (Stout et Morales, 2009). Les parasites naturels des abeilles jouent un rôle important dans la dynamique des populations de leurs hôtes. Cependant, l'introduction du parasite inconnu a affecté les abeilles sauvages de manière plus significative, de sorte que leur résistance était trop faible.

Les insecticides, en revanche, ont des effets toxiques sur les abeilles. Ceux-ci comprennent les insecticides, les herbicides et les fongicides. Ils peuvent entraîner directement la mort des abeilles, mais peuvent également avoir d'autres effets indirects tels qu'un comportement de recherche de nourriture altéré, une croissance larvaire réduite et des effets néfastes sur la mémoire. (Mathilde C ,2019)

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

II. Présentation de la zone d'étude

La région de Tissemsilt fait partie de l'étage bioclimatique du semi-aride, particularité du climat méditerranéen, caractérisé par un hiver froid et humide et un été chaud et sec, la température moyenne hivernale est comprise entre 0 et 6° C et celle estivale oscille entre 32 et 40° C. Quant à la pluviosité moyenne annuelle, elle oscille entre 300 et 600mm de pluies, avec cependant un pic de 800mm enregistrée aux monts de l'Ouarsenis ou on note également la chute de neige dont la hauteur moyenne se situe dans une fourchette comprise entre 0.5 et 50cm d'épaisseur, accompagnée parfois de verglas. (Nicolas, 2016, Schéma directeur de l'alimentation en eau potable de la ville de Tissemsilt (Algérie)).

II.1. Situation géographique de la wilaya de Tissemsilt

La présente étude a été menée dans la wilaya de Tissemsilt qui située au centre ouest de l'Algérie du nord qui s'étend sur une superficie de 3 151.37 Km², elle se trouve entre les coordonnées Latitude: 35.6075, Longitude: 1.81171, 35° 36' 27" Nord, 1° 48' 42" Est, se trouve dans les hautes plaines telliennes oranaises. Elle constitue un point de contact entre le Tell méditerranéen et les plaines continentales orano-algéroises et est entourée de 6 wilaya: Chlef et Ain Defla au nord, Tiaret et Djelfa au sud, à l'est Médéa et Relizane à l'ouest.

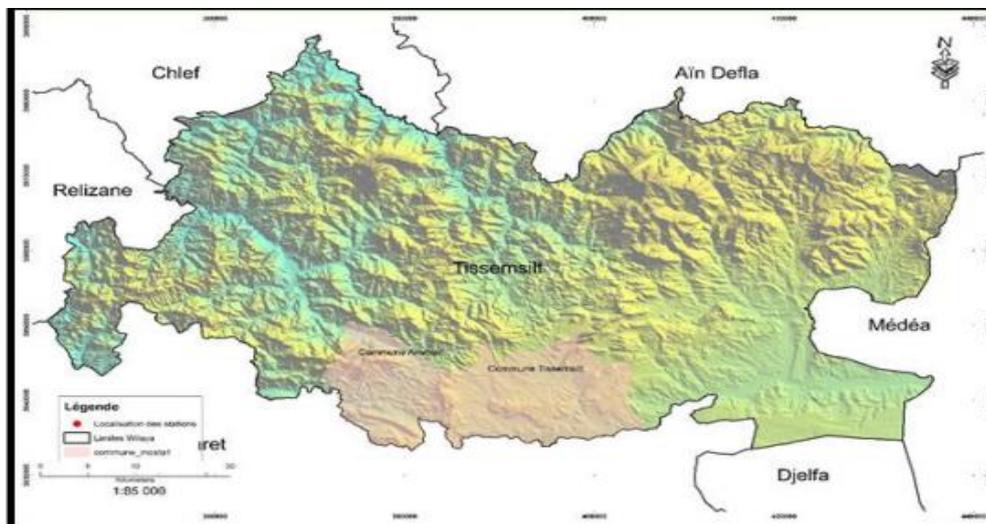


Figure 8: La localisation de la wilaya de Tissemsilt. (Djetti et al. 2017, modifié).

II. 2. Conditions climatiques

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques (température, précipitations, pression atmosphérique, vent) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné. C'est un élément essentiel dans l'étude de différentes régions du monde. C'est le

facteur qui se place en amont de toute étude relative du fonctionnement des écosystèmes écologiques (Thinthoin1948).

De nombreux indices climatiques sont proposés. Les plus courants sont basés essentiellement sur la température et les précipitations ; comme c'est le cas du quotient d'Emberger (1953, 1955), Sauvage (1963) et de l'indice xérométrique de Gaussen(1953) qui sont les plus utilisés.

II. 2.1.La Température

Elle conditionne la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade 2003). Elle s'abaisse avec l'altitude (Elhai 1968). Aussi, la température est considérée comme un facteur limitant de la sécrétion nectarifère, aliment nécessaire aux abeilles (Louveaux1980).

Tableau 1: Températures moyennes mensuelles, maxima et minima dans la région de Tissemsilt en 2022, exprimées en degrés Celsius. ((M) = Moyenne des températures maximales mensuelles. (m) = moyenne des températures minimales mensuelles. (M+m) /2= moyenne mensuelle des températures).

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
M	11	13	16	19	24	30	35	34	29	23	16	12
m	2	2	4	6	10	15	19	18	15	11	6	3
(M+m)/2	6,5	14.5	10	12.5	17	22.5	27	26	22	17	11	7.5

(fr.weatherspark.com) 23 avril 2023

Selon le tableau 1, pour l'année 2022, nous remarquons que le mois le plus chaud est juillet avec 27 °C et le mois le plus froid est janvier avec 6,5 °C.

II. 2. 2. Précipitation

La wilaya de Tissemsilt connaît des variations saisonnières considérables en ce qui concerne les précipitations de pluie mensuelles.

Tableau 2: représente la quantité de précipitation au cours de l'année 2022.

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
P(mm)	53.1	60.2	50.5	48.6	37.3	13.5	4.1	7.9	19.9	29.4	45.5	51.3	406

(fr.weatherspark.com) 23 avril 2023

Les précipitations mensuelles enregistrées dans la station région de Tissemsilt pour l'année 2022, montre un maximum de 60.2 mm observé en février et janvier, un minimum de 4,1 mm noté en juillet.

II.2.3.Vent

La vitesse horaire moyenne du vent à Tissemsilt connaît une variation saisonnière modérée au cours de l'année.

Les valeurs mensuelles de la vitesse des vents les plus forts enregistrées dans la région de Tissemsilt pour 2022 sont notées dans le tableau 03.

Tableau 3: Vitesses moyennes mensuelles (km/h) du vent, dans la région de Tissemsilt en 2022.

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
V (km/h)	15.3	15.5	14.8	14.8	13.4	12.5	12.2	12	12.3	13.1	14.8	15.4

(fr.weatherspark.com) 23 avril 2023

Selon le Tableau 3, la vitesse du vent maximum enregistré en mois de février avec 15,5 km/h, tandis que la vitesse minimale est enregistrée au mois d'août avec 12 km/h.

II .3.Synthèse climatique

Pour tout pays suffisamment vaste, il y a un climat dominant, qui dépend de sa latitude, distance de la mer ou emplacement sur un continent. Mais pour ces mêmes régions ont aussi des climats dits locaux, qui peuvent être plus ou moins chauds ou froids ou sec ou humide. La synthèse des données climatiques permet ainsi la classification de ce climat pour mieux comprendre la répartition et le comportement des différentes associations. Plantes et animaux. Cette synthèse nécessite plusieurs indices, que nous mentionnons les spéciaux. (Lebreton (1978) et Dajoz (1996).

II .4.Diagramme ombrothermique de Gausсен

Ce diagramme qui permet d'avoir une idée sur les périodes sèches et humides d'une région donnée. Un mois est sec lorsque sa pluviométrie totale en mm égale ou inférieure au double de sa température moyenne en °C.

Le diagramme ombrothermique de Gausсен de Tissemsilt pour l'année 2022 et représentée dans la (fig. 9).Selon le diagramme ombrothermique, la période sèche s'étale sur 5 mois qui va de mai jusqu'au fin d'octobre et la période humide du mois de novembre jusqu'à avril.

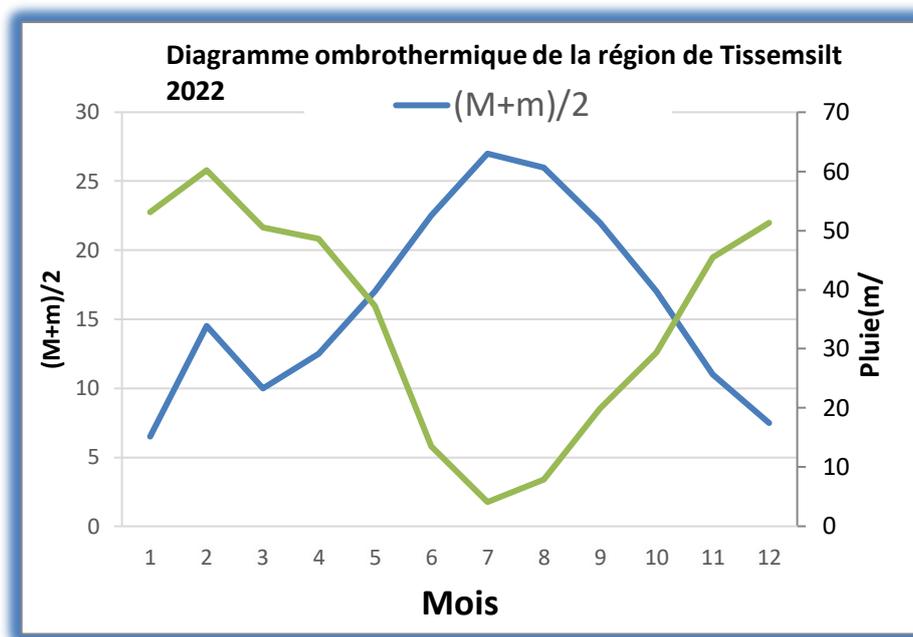


Figure 9: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Tissemsilt pour l'année 2022.

II .5.Place de la région d'étude dans le climagramme pluviométrique d'Emberger

La classification la plus couramment utilisée pour caractériser les climats méditerranéens La localité a été élaborée par EMBERGER (1939). Celle-ci utilise un diagramme bidimensionnel dans lequel la valeur du « Quotient pluviométrique » est reportée en ordonnée et la moyenne du mois le plus froid de l'année en abscisse.

Pour déterminer l'étage bioclimatique de notre zone d'étude, nous avons utilisé Le climagramme pluviométrique de Sauvage (1963).Le quotient d'emberger (1939) est spécifique du climat méditerranéen, il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord.

Le quotient **Q2** a été formulé de la façon suivante :

$$Q2 = 2000 P / M2-m2$$

M : moyenne du maxima du mois le plus chaud en degré absolu °K.

m : moyenne du minima du mois le plus froid en degré absolu °K.

P : précipitation annuelle en mm.

Nous avons calculé Q2 selon les méthodes d'Emberger (1955) et Stewart (1969) ; nous avons obtenu les résultats dans le tableau 4:

Tableau 4: Quotient pluviothermique d'Emberger

période	P (mm)	M (°K)	m (°K)	Q2	Etage bioclimatique
2022	421.3	300.2	279.7	70.87	Etage semi -aride

Le Q2 calculé pour l'année 2022 est équivalent à 70.87 et donc la zone d'étude se trouve dans l'étage bioclimatique semi-aride supérieur à hiver tempéré, doux.

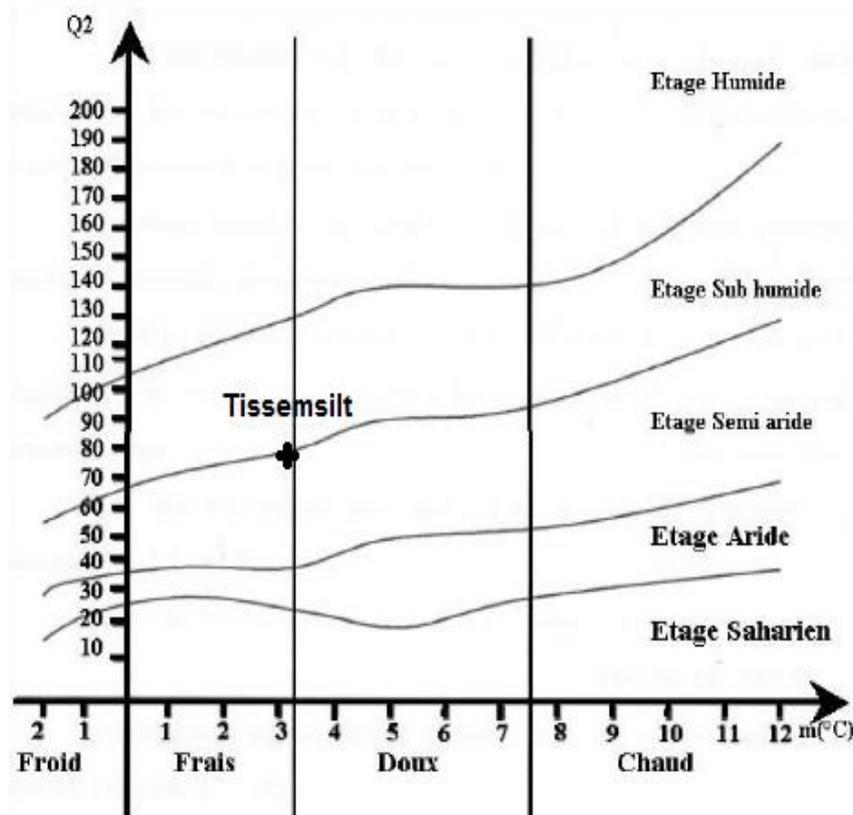


Figure 10: Climagramme d'Emberger pour la wilaya de Tissemsilt 2022.

II.6. Caractéristiques biotiques

II.6.1.Faune

Tissemsilt contient une vaste diversité animales dans les profondeurs de ces massifs vivent des espèces en particulier rares en plus d'être présent dans le parc nationale de Thenièl Elhad .elle dominée par les mammifères et les oiseaux et contient nombreux types, en plus des insectes et des abeilles sauvages on distingue *Andrena(Aenandrena) hystrix* Schmiedeknecht, 1983. *Andrena (Aciandrena) fulica* Warncke, 1974. (Dermane et al ,2021).

II.6.2.La flore

Cette zone Caractérisé par une grande diversité floristique. On se trouve une diversité d'espèces dans la strate arbustive les principales espèces sont : *Rubusulmifolius*, *Rosa de mpervirens*, *cedrus atlantica* (Sarmoum, 1990). .La strate herbacée est riche en espèces elle est dominée par les espèces : *Geranimatlanticum*, *violamunbyana*, *vicia sicula*(Belkaid, 1988). Pour la subéraie on trouve principalement de la strate herbacée la *Genista tricuspidata*, *Lavendula stoechas*.En plus des arbres fruitiers comme les figuiers (*Ficus carica*) et les abricotiers (*Prunus ameniaca*).

Chapitre III

Matériel et méthodes

III. Matériel et méthodes

Pour étudier les Apoidea, nous avons prospecté trois stations dans la région de Tissemsilt. Ces dernières se différencient par leur morphologie, leur végétation et leur position géographique.

III.1. Choix des stations d'étude en milieu naturel

Des prospections préliminaires sur le terrain sont effectuées sur la base de renseignements recueillis auprès des services agricoles de chaque station d'étude. Trois stations sont retenues, une se situe au chef-lieu de wilaya. Il s'agit de Tissemsilt (forêt de Sidi Bentamra) ; deux stations font partie du territoire communal de Tissemsilt. Il s'agit d'Ouled Bessem (Yazro) et de Boucaid (El bwatit). La description de chacune d'elles comprend d'abord sa position exprimée à travers des coordonnées géographiques, puis des données sur les caractères édaphiques et climatiques et enfin sur les particularités floristiques et faunistiques.

III.1.1. Station de la forêt de Sidi Bentamra (Kababa)

Cette station se trouve au sud-ouest de la wilaya de Tissemsilt, et à 2 km de la sortie de la ville (Fig11). Les coordonnées géographiques de la région sont [35°35'N 1°48'E (Figure. 11)]. La station se situe à 949 m d'altitude et s'étend sur 20 ha environ. La pente se situe entre 20- 25%. Le taux de recouvrement se situe entre 60 et 75%. Les espèces botaniques dominantes sont : *Reseda albal* L. (Boraginaceae); *Sinapisarvensis* L. (Brassicaceae) ; *Raphanus raphanistrum* L. (Brassicaceae) ; *Salvia officinalis* L (Lamiaceae) ; *Daucus carota* L. (Apiaceae) ; *Aptenia cordifolia* L.(Aizoaceae) ; *Andryala integrifolia* L. (Asteraceae) ; *Onopordum acanthium* L. (Asteraceae)



Figure 11 : Station de Sidi Bentamra de Tissemsilt (originale 2023).

III.1.2. Station d'Ouled Bessem (Yazro)

Cette station se trouve au nord-est de la wilaya de Tissemsilt. Elle est limitée au nord par Béni Chaib et au sud par la wilaya de Tissemsilt à l'ouest par Sidi Abed et Béni Lahcene et à l'est par la commune de Khmisti (Fig12). Les coordonnées géographiques de la région sont 35°41'11''N 1°51'51''E fig. (12). La station situé à 931 m d'altitude. Les espèces botaniques dominantes sont : *Echium vulgare* L. (La migacae) ; *Thymus vulgaris* L.(Boraginaceae).



Figure 12 : Station de la commune d'Ouled Bessem (Originale 2023).

III.1.3. Station de Boucaid (El bwatit)

Cette station se trouve au nord-est de la wilaya de Tissemsilt. Elle est située dans le territoire d'El wanshariss 62 km du siège de la wilaya de Tissemsilt(Fig13). Les coordonnées géographiques de la région 35° 53' 25" nord, 1° 37' 11"est. La station située a 1200 m d'altitude. Les espèces botaniques dominantes sont : le pin d'Alep espèces arbustives s'y trouvent aussi comme l'Arbousier commun (*Arbustus unedo*), Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), Lentisque (*Pistacia lentiscus*).



Figure 13: Station de la commune de Boucaid (Originale2023).

III.2. Méthode d'échantillonnage des abeilles sauvages

L'étude a été réalisée durant mars jusqu'au mai 2023, au cours desquels des populations de la faune apicole ont été recensées afin de connaître la diversité des abeilles sauvages à Tissemsilt. Les sorties sur le terrain sont effectuées deux fois par semaine pour chaque station. Dans le cadre de cette étude, l'échantillonnage est effectué avec plusieurs méthodes. Toutes ces méthodes sont utilisées en même temps afin de pouvoir capturer le maximum d'espèces et d'individus. Nous avons utilisé deux méthodes de capture : la chasse à vue par approche directe et les pièges à eau, nous avons utilisé des bassines de différentes couleurs. En ce qui concerne la chasse à vue, nous avons utilisé le filet entomologique, ainsi que des sachets en plastique et l'aspirateur à bouche.

III.2.1. Chasse à l'aide des sachets en poly plastique

Cette technique s'effectue par approche directe avec des tubes en matière plastique de 5 cm de hauteur et 3 cm de diamètre contenant un papier filtre imbibé de quelques gouttes d'éther-acétique $C_4H_8O_2$ (Guilia, 1972). À défaut, on utilise des sachets en matière plastique. Cette méthode est en pratique très rapide, elle permet de capturer les espèces les plus rapides et beaucoup d'espèces de petite taille.



Figure 14: Méthode active (Originale 2023).

III.2.2.L'aspirateur à bouche

L'aspirateur à bouche connu en Angleterre sous le nom "Pooter" en hommage à l'entomologiste américain Frederick W. Poos, qui a utilisé le dispositif pour la première fois pour capturer des Cicadellidae. C'est un dispositif très pratique pour la capture des abeilles fragiles et de petite taille tels que certains *Lasioglossum* et Andrenidae.

Il est conçu avec un bocal et deux tuyaux flexibles. Le bocal est fermé hermétiquement avec du papier adhésif afin de permettre un flux d'air important et d'aspirer les abeilles de petites et de moyennes tailles.

III.2.3.Filet entomologique

La chasse à vue au moyen d'un filet à insectes. Le filet entomologique comprend trois parties : un cercle, une poche et un manche. De façon générale, le cercle d'un filet entomologique est en métal. La poche est confectionnée avec un tissu à mailles fines (tulle). Le diamètre du cercle mesure habituellement 40 cm et la poche environ 80 cm. Le manche est long (souvent plus de 1 m). Ce filet est surtout utilisé pour attraper les grosses abeilles telles que les Xylocopinae, les Anthophorinae, et les Bombinae.



Figure 15: Filet fauchoir (Originale 2023).

III.2.4. Pièges à eau jaunes (assiettes)

Cette méthode est un excellent moyen pour capturer l'entomofaune volante, particulièrement les abeilles sauvages. Le principe de ce mode de capture est basé sur l'attraction visuelle des abeilles par les bassins. Cela consiste à disposer des lots de bassins d'une déférente couleur. Nous avons placé des bassines remplies au $\frac{3}{4}$ d'eau savonnée permettant leur capture. Le savon permet de diminuer la tension superficielle de l'eau et donc de faire en sorte que les abeilles ne puissent pas en ressortir (Guirao, 2012).



Figure 16: Les pièges à eau (originale 2023)

III.3. Méthode de conservation des échantillons

Pour chaque sortie réalisée, nous sommes notées la date de sortie, le site de travail, la plante hôte et nous avons fixé et étalé les spécimens capturés sur une plaque de polystyrène à l'aide d'épingles entomologiques de grosseurs proportionnelles. Les membres (ailes, pattes, antennes) ont été bien écartés, car ces parties sont importantes pour l'identification. Après un séchage complet des abeilles, les différents groupes sont séparés et placés dans des boîtes entomologiques appropriées après étiquetage. L'objectif de cet étiquetage est de savoir les informations essentielles sur chaque spécimen.

L'étiquette doit mentionner par :

- Le lieu où l'insecte a été trouvé (pays, wilaya, daïra, commune)
- Cordonnées géographiques et altitude
- La date de capture
- Le nom scientifique de la plante visitée

- Le nom et prénom de collecteur



Figure 17 : Montage et conservation des abeilles (Originale 2023).

III.4. Méthode d'identification des abeilles sauvages

L'identification des spécimens a été faite à l'aide d'une loupe binoculaire et des clés de détermination de Scheuchl (2000) et la clé de Michez et al. (2019). La validation de la détermination jusqu'à l'espèce est réalisée par le Dr. A. Dermane (MCB à l'Université de Tissemsilt).

III.4. 1. Recensement et détermination de la flore

La flore spontanée inventoriée pendant la présente étude dans les trois stations de Sidi Bentamra (Kababa), Ouled Bessem (Yazro) et Boucaid (El bwatit). La collecte se fait au cours de la floraison des plantes. Ce travail commence du fin du mars jusqu'à Mai 2023. Le but de cet inventaire permet d'établir la phénologie des plantes naturelles visitées par les Apoidea, de dresser le calendrier de référence des floraisons et de faire un herbier.

III.4. 2. Etablissement d'un herbier

Les plantes en fleurs visitées et non visitées sont cueillies et placées dans un herbier pour séchage et conservation. Leur détermination est faite à l'aide des ouvrages de Quezel et Santa(1962), Guittonneau et Huon(1983), et Burte(1992).

III.5. Méthodes d'exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage

La détermination de qualité d'échantillonnage par le rapport du nombre des espèces contractées une seule fois et en un seul exemplaire (a) au nombre total de relevés (N). Le rapport (a/N) permet de savoir si la qualité de l'échantillonnage est bonne. Plus a/N est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est meilleure (Ramade, 2023).

$$Q = a/N$$

a : le nombre d'espèces vues une seule fois et en un seul exemplaire par relevé

N : le nombre total de relevés

Plus le rapport de a/N se rapproche de zéro plus la qualité est bonne (Ramade, 2023).

III.6. Méthodes d'exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

L'étude de l'aspect quantitatif de l'entomofaune étudiée se base sur les indices écologiques de composition. Les paramètres analysés sont : la richesse totale, l'abondance relative et la constance.

III.6.1. Richesse spécifique totale

La richesse totale (S) représente en définitive un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement. Il s'agit de la mesure la plus fréquemment utilisée dans la biodiversité (RAMADE 2003).

La richesse est le nombre total des espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (Blondel, 1979).

III.6.2. Fréquence centésimale ou Abondance relative

La fréquence centésimale est le pourcentage d'individus d'une espèce par rapport au total des individus (Dajoz, 1985). Elle est exprimée par la formule :

$$AR \% = ni / N \times 100$$

• **AR %**: Abondance relative

• **Ni**: Nombre d'individus d'une espèce

• **N** : Nombre total des individus.

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

Si **AR% > 75 %** l'espèce prise en considération est très abondante.

Si **50 % < AR% < 75 %** l'espèce prise en considération est abondante.

Si **25 % < AR% < 50 %** l'espèce prise en considération est commune.

Si **5 % < AR% < 25 %** l'espèce prise en considération est rare.

Si **AR% < 5%** l'espèce prise en considération est très rare.

III.6.3. Constance des espèces ou fréquence d'occurrence

La constance est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce *i* par rapport au nombre total de relevés (DAJOZ, 1975). La constance est calculée par la formule suivante :

$$C\% = P_i \times 100 / P$$

P_i : Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P : Nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de C (%), on distingue les catégories suivantes :

-Des espèces constantes présentes dans plus de 50 % des relevés.

-Des espèces accessoires présentes dans 25 à 50% des relevés. -Des espèces accidentelles présentes dans moins de 25 % des relevés.

III.7. Méthodes d'exploitation des résultats par les indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure de les plus utilisés et qui montrent une meilleure appréciation de l'entomofaune étudiées sont:

III.7.1. Diversité spécifique de Shannon-Weaver (1963)

Elle se base sur la formule suivante (RAMADE, 2009) sur la formule suivante (RAMADE, 2009):

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

H' : indice de diversité exprimé en bits

$P_i = n_i / N$ est la probabilité de rencontrer l'espèce

n_i : nombre d'espèces

\log_2 = logarithme à base de 2

H' est minimal (= 0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, H' est également minimal si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu, excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces.

III.7.2. Concentration et uniformité

L'indice utilisé pour mesurer la concentration est celui de SIMPSON (1949), qui est basé sur la probabilité selon laquelle deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à une même espèce.

$$\text{CONCENTRATION} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$$

n : nombre d'espèces

N_i : nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus.

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité.

Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

III.7.3. Equirépartition des espèces

C'est le rapport entre la diversité observée H' et l'indice maximal théorique dans le peuplement (H'_{\max}). Il peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre les dates d'échantillonnage (RAMADE, 2009).

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

$$H'_{\max} = \log_2 N$$

N est le nombre total d'espèces.

Chapitre IV

Résultats

IV. Résultats

Résultats obtenus sur les Apoidea dans quelques stations de la région de Tissemsilt

IV.1. Les Faune des Apoidea

L'inventaire réalisé dans trois stations dans la région de Tissemsilt pendant la période allant de mars à mai 2023 a permis de mettre en évidence la présence de quatre familles : Apidae, Megachilidae, Halictidae et Andrenidae, 10 genres et 20 espèces.

IV.1.1. Classification des Apoidea de la région d'étude

L'examen du tableau 5, révèle la présence de 4 familles : Apidae, Megachilidae, Halictidae, et Andrenidae et de 10 genres, 20 espèces d'abeilles sauvages sont inventoriées dont 19 taxons identifiées jusqu'à l'espèce.

Tableau 5: Espèces d'abeille sauvages inventoriées dans les trois stations pendant la période d'étude pendant mars à mai.

Familles, sous-familles, tribus.	Genres, Sous-genre	Espèces, sous-espèce	
Apidae	<i>Anthophora</i>	<i>Anthophora mucida</i> Gribodo, 1873	
	<i>Bombus</i>	<i>Bombus terrestris</i> Linnaeus, 1758	
	<i>Eucera</i>		<i>Eucera (Synhalonia) brachycera</i> Gribodo, 1893
			<i>Eucera algira</i> Lepeletier, 1841
			<i>Eucera brachycera</i> Erichson, 1835
			<i>Eucera colaris</i> Dours, 1873
			<i>Eucera hispana</i> Lepeletier, 1841
			<i>Eucera nigrifacies</i> Lepeletier, 1841
			<i>Eucera notata</i> Lepeletier, 1841
			<i>Eucera numida</i> Lepeletier, 1841
			<i>Eucera oraniensis</i> Lepeletier, 1841
	<i>Eucera rufa</i> (Lepeletier, 1841)		
	<i>Thyreus</i>	<i>Thyreus</i> sp1	
	<i>Xylocopa</i>	<i>Xylocopa iris</i> Christ, 1791	
Megachilidae	<i>Osmia</i>	<i>Osmia notata</i> Fabricius, 1804	
		<i>Osmia tricornis</i> (Latreille, 1811)	
	<i>Trachusa</i>	<i>Trachusa maghrebensis</i> Kasperek, 2020	
Andrenidae	<i>Andrena</i>	<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799	
Halictidae	<i>Halictus</i>	<i>Halictus scabiose</i> (Rossi, 1790)	
	<i>Lasioglossum</i>	<i>Lasioglossum perclavipes</i> (Blüthgen 1934)	

IV.1.2. Aires de répartition des Apoidea à travers les trois stations

Cette partie concerne la répartition spatiale des Apoidea inventoriés dans les trois stations de la région de Tissemsilt en 2023. Les données sont représentées dans le tableau 6.

Tableau 6: Répartition des espèces d'abeilles sauvages dans les trois stations de Tissemsilt.

Stations	Sidi Bentamra (Kababa)	Ouled Bessem(Yazro)	Boucaid (El bwatit)
Taxons			
Apidea-14 taxa			
<i>Anthophora mucida</i> Gribodo, 1873	0	0	3
<i>Bombus terrestris</i> Linnaeus, 1758	0	0	1
<i>Eucera (Synhalonia) brachycera</i> Gribodo, 1893	0	20	0
<i>Eucera algira</i> Lepeletier, 1841	1	0	0
<i>Eucera brachycera</i> Erichson, 1835	0	0	4
<i>Eucera colaris</i> Dours, 1873	0	12	0
<i>Eucera hispana</i> Lepeletier, 1841	3	0	0
<i>Eucera nigrifacies</i> Lepeletier, 1841	5	2	0
<i>Eucera notata</i> Lepeletier, 1841	2	0	10
<i>Eucera numida</i> Lepeletier, 1841	0	30	0
<i>Eucera oraniensis</i> Lepeletier, 1841	4	1	0
<i>Eucera rufa</i> (Lepeletier, 1841)	0	15	0
<i>Thyreus</i> sp1	0	0	4
<i>Xylocopa iris</i> Christ, 1791	0	0	1
Megachilide-3 Taxon			
<i>Osmia notata</i> Fabricius, 1804	1	0	1
<i>Osmia tricornis</i> (Latreille, 1811)	1	0	1
<i>Trachusa maghrebensis</i> Kasperek, 2020	1	0	0
Andrenidae -1 Taxons			
<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799	1	0	0
Halictidae -2 Taxons			
<i>Halictus scabiose</i> (Rossi, 1790)	1	0	0
<i>Lasioglossum perclavipes</i> (Blüthgen 1934)	1	0	1

1 – Présence ; 0 – Absence

La répartition des abeilles sauvages dans les trois stations d'étude est présentée (Tab.6). Nous remarquons, elles se répartissent dans deux stations comme *Eucera oraniensis*, *Osmia notata*, *Osmia tricornis*. La plupart des espèces dans une station seulement avec, *Osmia andrenoides*, *Eucera notata*, *Eucera nigrifacies*, *Eucera hispana*, *Eucera algira*, *Eucera numida*, *Eucera brachycera*, *Eucera colaris*, *Eucera rufa*, *Eucera notata sp1*, *Eucera (Synhalonia)*, *Erichson*, *Anthophora mucida*, *Bombus terrestris*, *Thyreus sp1*, *Trachusa maghrebensis*, *Halictus*, *Andrena*. Les espèces d'apoides se localisent de manières différentes.

IV.1.3. Composition de la faune des Apoidea

La composition de la faune d'apoides sauvages est représentée dans le tableau 07. Pour chaque espèce, nous avons reporté la fréquence absolue (N ind) et la fréquence relative en pourcentage (% N ind) qui est le rapport de la fréquence absolue au nombre total (Ni) des individus observés multiplié par cent. Ces pourcentages expriment l'abondance relative de chaque espèce par rapport à l'ensemble de la faune des Apoidea recensés. Le nombre d'occurrences (Occ) et leurs pourcentages sont également notés. Ce nombre exprime le nombre de fois qu'un taxon est capturé ou observé. Les espèces se répartissent entre différentes familles dont celle des Apidae avec 93%, celle des Megachilidae avec 5%, celle des Halictidae avec 1 %, celle des Andrenidae avec 1 %, (fig.18). La composition de la faune d'apoides.

Tableau 7: Nombre d'individus, fréquences centésimales et fréquences d'occurrence de chacune des espèces d'Apoidea capturée ou observée à travers les régions d'étude.

Espèces	Nind	% Nind	Occ	% Occ
Apidae - 14 Taxons				
<i>Anthophora mucida</i> Gribodo, 1873	3	2,36	3	7.31
<i>Bombus terrestris</i> Linnaeus, 1758	1	0,78	1	2.43
<i>Eucera (Synhalonia) brachycera</i> Gribodo, 1893	20	15,74	5	12.19
<i>Eucera algira</i> Lepeletier, 1841	1	0,78	1	2.43
<i>Eucera brachycera</i> Erichson, 1835	4	3,14	2	4.87
<i>Eucera colaris</i> Dours, 1873	12	9,44	3	7.31
<i>Eucera hispana</i> Lepeletier, 1841	3	2,36	1	2.43
<i>Eucera nigrifacies</i> Lepeletier, 1841	7	5,51	3	7.31
<i>Eucera notata</i> Lepeletier, 1841	12	9,44	4	9.75
<i>Eucera numida</i> Lepeletier, 1841	30	23,62	3	7.31
<i>Eucera oraniensis</i> Lepeletier, 1841	5	3,93	1	2.43
<i>Eucera rufa</i> (Lepeletier, 1841)	15	11,81	5	12.19
<i>Thyreus sp1</i>	4	3,14	2	4.84
<i>Xylocopa iris</i> Christ, 1791	1	0,78	1	2.43

Megachilidae -3 Taxons				
<i>Osmia notata</i> Fabricius, 1804	2	1,57	1	2.43
<i>Osmia tricornis</i> (Latreille, 1811)	2	1,57	1	2.43
<i>Trachusa maghrebensis</i> Kasperek, 2020	1	0,78	1	2.43
Andrenidae -1 Taxons				
<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799	1	0,78	1	2.43
Halictidae -2 Taxons				
<i>Halictus scabiose</i> (Rossi, 1790)	1	0,78	1	2.43
<i>Lasioglossum perclavipes</i> (Blüthgen 1934)	2	1,57	2	4.84
Total	127	100	41	100

N ind = nombre de spécimens ou d'individus, **Occ** = nombre de données ou d'occurrences.

Combien vous avez vu espèce dans chaque sortie ; % Occ = pourcentage de données ou d'occurrences. % **N ind** = fréquence relative par espèce,

Le tableau ci-dessus présente la faune d'abeilles recensée durant la période d'étude la fin du mars jusqu'à mai dans les trois stations : Sidi Bentamra (Kababa), Ouled Bessem(Yazro), et Boucaid (El Bwatit).L'effectif total de cette faune est de 127 individus. Ce nombre comprend 19 taxons appartenant à 10 genres et à 4 familles.

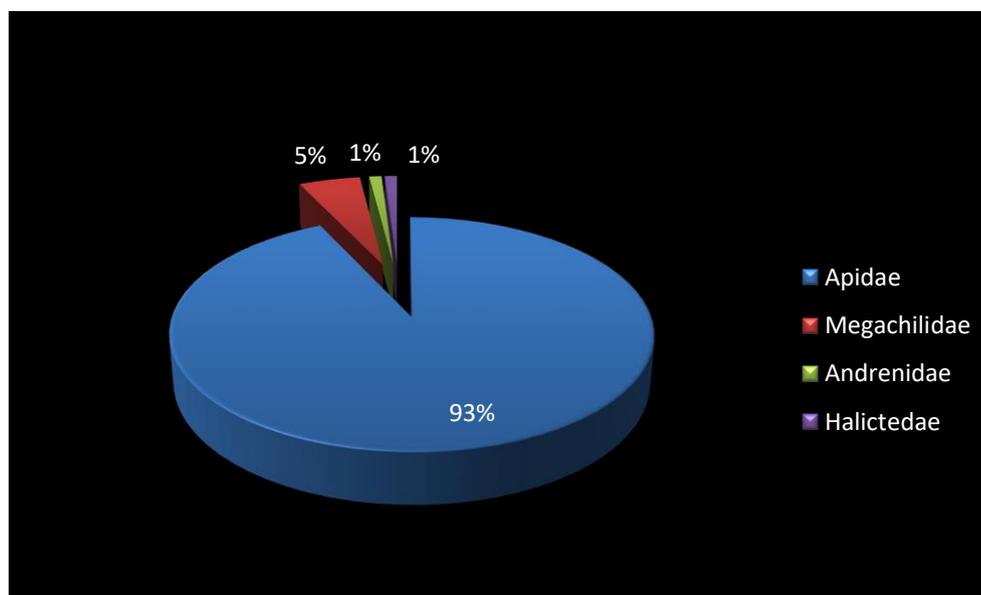


Figure 18: Répartition du nombre de Taxons par famille

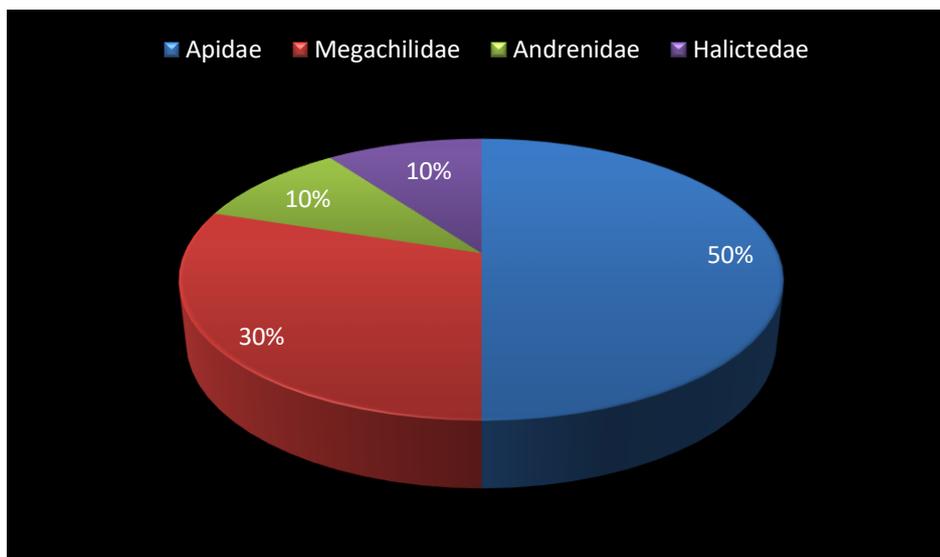


Figure 19: Répartition du nombre de spécimens par famille

IV.1.4. Phénologie des abeilles

L'activité des abeilles sauvages dépend de plusieurs facteurs, dans cette partie, la phénologie des apoïdes étudiés concerne celle des familles et celle des espèces.

IV.1.4.1. Phénologie des familles d'abeilles

Les Apoidea sont actifs selon des facteurs climatiques et les paramètres interspécifiques et intra spécifiques. Les investigations entreprise entre mars jusqu'à mai 2023 ont donné les résultats regroupés sur les courbes sont établies à partir du nombre d'individus des espèces présentes.

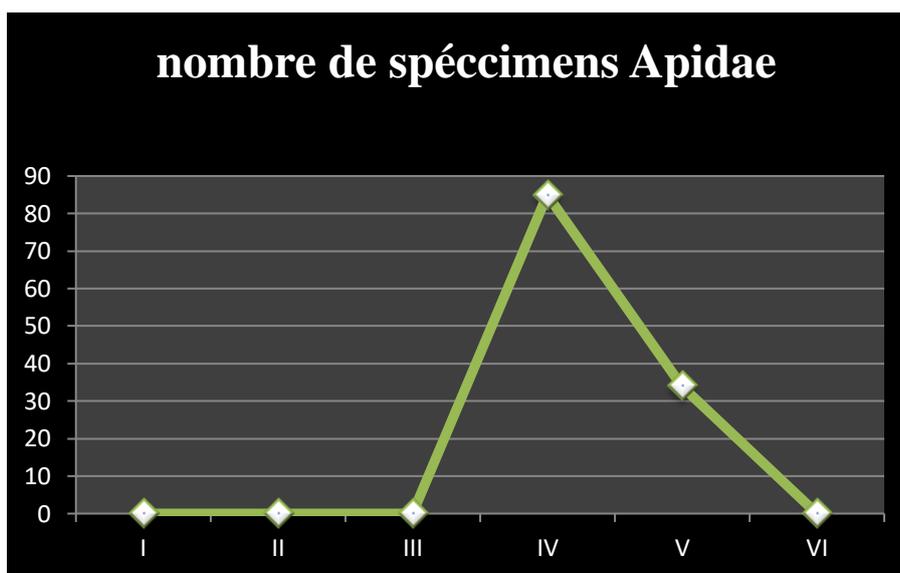


Figure 20: Phénologie des Apidae

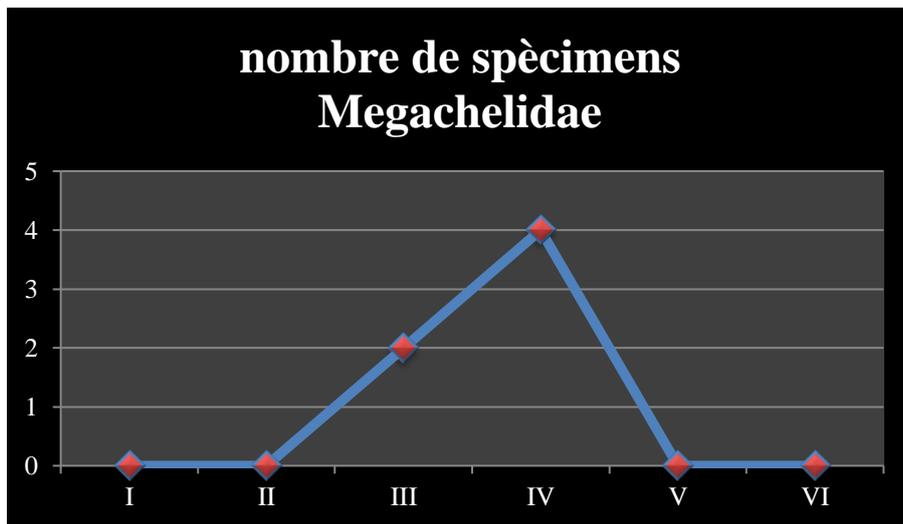


Figure 21: Phénologie des Megachelidae

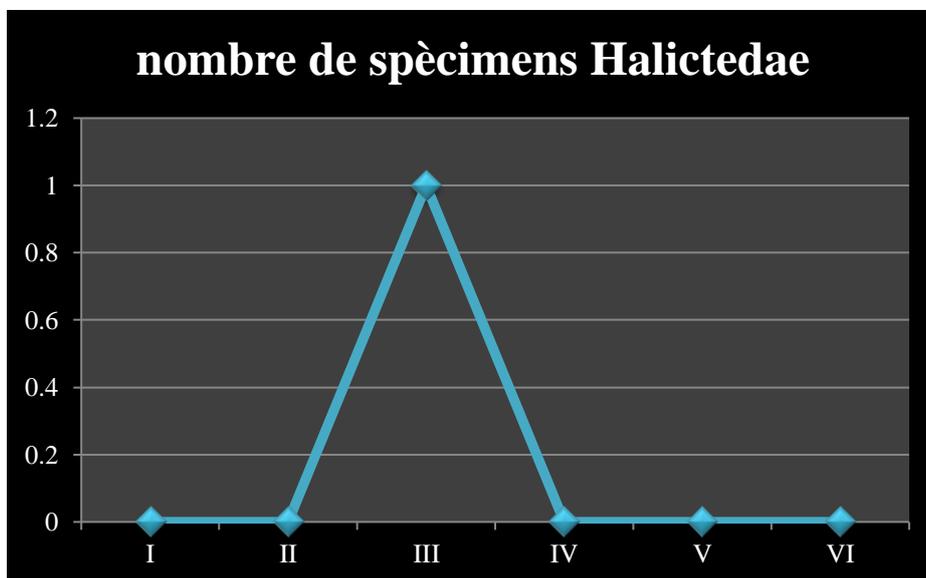


Figure 22: Phénologie des Halictidae

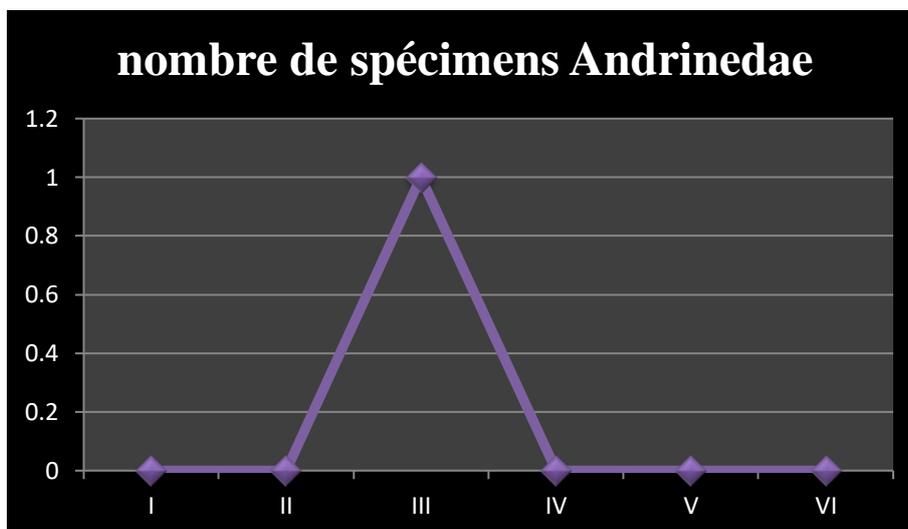


Figure 23: Phénologie des Andrenidae

IV.1.4. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage est le rapport du nombre des espèces contactées une seule fois (a) au nombre totale de relevés (N). Nous avons effectué deux sorties chaque semaine, ce qui donne une valeur N égale à 8 relevés.

Tableau 8 : Qualité d'échantillonnage des espèces d'abeilles sauvages capturées dans la région de Tissemsilt.

Tableau 8: Le rapport a/N de chacune des stations.

Stations	Nombres de relevés (N)	Nombres d'espèces contactées une seule fois en un seul individu(a)	a /N
Sidi Bentamra	2	7	0.87
Ouled Bessem	3	1	0.12
Boucaïd	3	4	0.5
Totaux	4	12	1.49

Cet indices permettent d'estimer si la pression de l'échantillonnage. Dans la station de sidi Bentamra la qualité d'échantillonnage est de 0.87 et à Ouled Bessem 0.12 et dans Boucaïd est 0.5. Cette valeur est un peu élevée dans les stations de sidi Bentamra et de Boucaïd. La qualité d'échantillonnage est bonne par rapport le nombre des individus.

IV.1.5. Analyse des populations d'Apoidea par les indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition montrent l'aspect quantitatif de l'entomofaune étudiée. Les paramètres à étudier sont la richesse totale ou spécifique, la richesse moyenne, et les fréquences.

IV.1.5.1. Richesse totale et spécifique

La richesse spécifique est le nombre des taxons contactés au moins une seule fois au terme de N relevés. De la faune apoidienne capturées sur les plantes sauvages (Du Mars au mai 2023).

Tableau 9: Richesse totale ou spécifique des abeilles dans chaque station d'étude.

Mois	Mars	Avril		Mai				
Jours	30	25	27	1	5	8	9	14
Richesse spécifique	5	9	7	24	62	5	9	6

D’après le tableau 9 la richesse spécifique diffère d’un mois à un autre. Elle est de 5 pour le mois de mars, 16 pour le mois d’avril 106 pour le mois de mai . Le nombre total des espèces recensées à travers les trois stations d’étude est 20 espèces et 127 individus .

IV.1.5.2. Richesse moyenne

La richesse spécifique moyenne (sm) est utile dans l’étude de la structure des peuplements. Elle est calculée par le rapport entre le nombre total d’espèces recensées lors de chaque relevé sur le nombre total de relevés réalisés. Elle exprime le nombre moyen d’espèces présentes dans un échantillon (Ramade, 2009). Les résultats notés dans le tableau 10 représentent la richesse moyenne à travers les trois stations.

Tableau 10: Richesse moyenne des abeilles dans chacune des stations d’étude.

Mois	Mars	Avril		Mai				
Jours	30	25	27	1	5	8	9	14
Richesse spécifique moyenne	30	8		20				
Richesse moyenne	20							

La richesse moyenne est estimée à 20 correspond au rapport de l’effectif total des abeilles capturées (127) sur le nombre de sorties (8).

IV.6. Analyse de la diversité des abeilles sauvages

Les indices écologiques de structure montrent l’aspect qualitatif de l’entomofaune étudiée. Il s’agit de la diversité de Shannon-Weaver, de l’Equirépartition, d’indice de concentration, de diversité, et de la distribution d’abondances.

Tableau 11: Différents indices écologiques basés sur le nombre d’individus dans les 3 zones d’étude.

Indices de diversité	Valeurs
Indices de Shannon Weaver (bit)	2.45
H’max	3.32
Equitabilité	0.66
Concentration	0.86
Diversité	0.14

La valeur de l’indice de diversité de Shannon-Weaver des Apoidea collectés est de 2.45 bit pour les trois stations. L’indice de Shannon-Weaver indique que le peuplement des

abeilles sauvages est diversifié et que la richesse spécifique est importante. L'Équitabilité, définie par le rapport entre la diversité H' et la diversité maximale ($E = H' / \log_2 N$) vaut 1.35. L'Équitabilité est de l'ordre de 0.66 ce qui implique que le peuplement est en équilibre et qu'il n'y a pas d'espèce dominante.

IV.2.Flore naturelle inventoriée

Selon le type de plante, la floraison printanière est tardive ou précoce et dépend des conditions climatiques de la zone étudiée.

Tableau 12: Calendrier de floraison des plantes dans les trois stations d'étude du Tissemsilt.

Familles végétales	Espèce végétales	Début floraison	Fin floraison
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	28-II	29-III
	<i>Thymus vulgaris</i>	2-II	28-VI
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i>	1I	30-VIII
Asparagaceae	<i>Asparagus officinalis</i>	19-III	26-VI
	<i>Muscari neglecum</i>	1-IV	30-VI
Rosacées	<i>sanguisorba officinalis</i>	15-III	20-IV

IV.8.Flore visitée par les espèces d'apoïdes

Les Boraginaceae est la famille la plus visitée par les apoïdes avec 83% de visites puis les Asparagaceae avec 11%, les autres familles ont un pourcentage plus faible entre 1% et 5%. Toutes ces données sont consignées dans le tableau 13 et sur la fig.20.

IV.8.1. Flore visitée par l'ensemble des Apoidea

Cette partie prend en compte tous les Apoidea. Elle concerne les espèces d'apoïdes visiteuses. Toutes ces données sont consignées dans le tableau 14 et sur la fig.21.

Tableau 13: Nombre total, taux de visites florales et nombre d'espèce visiteuses des plantes spontanées en 2023.

Familles végétales	Espèces végétales	Nombre d'espèces captures	%du nombre total de capture
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	100	78%
	<i>Thymus vulgaris</i>	6	5%
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i>	1	1%
Asparagaceae	<i>Asparagus officinalis</i>	8	6%
	<i>Muscari neglecum</i>	6	5%
Rosacées	<i>sanguisorba officinalis</i>	6	5%

Totaux	127	100%
---------------	------------	-------------

Tableau 14: Répartition des familles d'apoïde sur les familles et les espèces végétales.

Familles d'apoïdes	Apidae	Megachilidae	Halictidae	Andrenidae
Nombre des apoïdes capturés	119	6	1	1
% des apoïdes capturés	93%	5%	1%	1
Nombre de familles végétale visitées	4	2	1	1
Nombre d'espèces végétales visitées	6	2	1	1

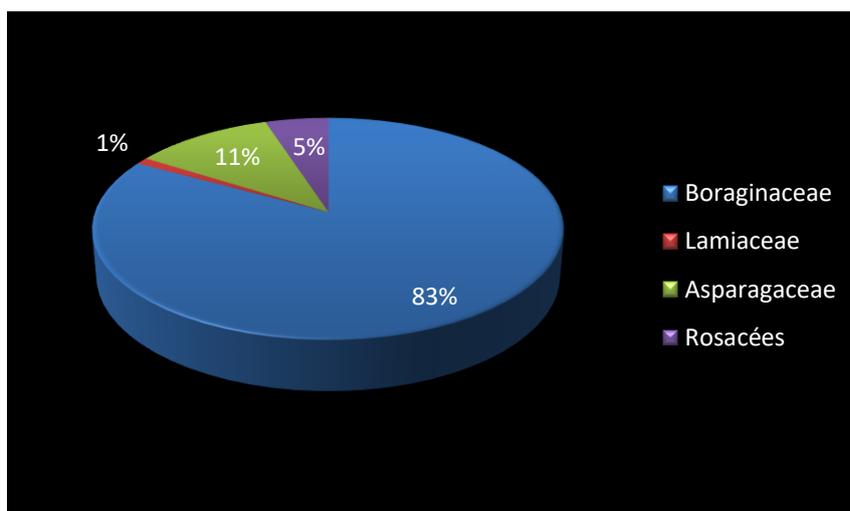


Figure 24: Répartition en pourcentage des familles végétales sur lesquelles les apoïdes ont été capturées pendant la période d'échantillonnage.

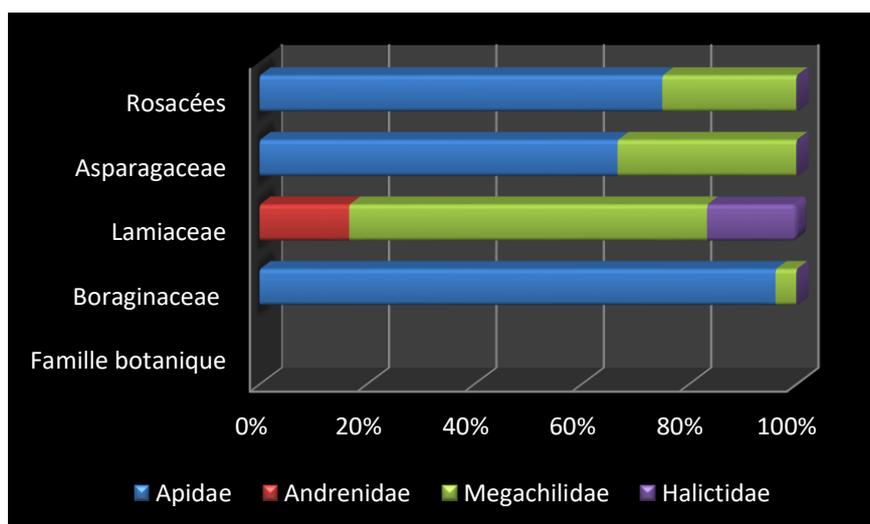


Figure 25: Répartition des visites florales effectuées par les familles d'apoïdes entre les principales familles botaniques.

Chapitre V

Discussion

V. Discussion

V.1. Faune des Apoidea

L'étude de la faune des Apoidea concerne plusieurs aspects. Dans un premier temps, elle traite de la classification et de la composition des abeilles sauvages, et dans un second temps de leur répartition dans les trois sites d'étude dans la région de Tissemsilt et de leur phénologie et enfin de la qualité de l'échantillonnage et de la diversité des espèces.

V.1.1. Classification et composition des Apoidea

La faune des abeilles sauvages recensées durant mars au mai 2023 dans trois localités d'étude, situées à Sidi Bentamra (Kababa), Ouled Bessem (Yazro) et Boucaid (Elbwatit). Montrent une diversité faunique. 20 taxa sont mis en évidence sur un total de 127 spécimens observés répartis dans 10 genres et quatre familles. Louadi et al. (2008) comptent six familles dans l'inventaire effectué au Nord-Est d'Algérie. La famille des Mellitidae est présente dans leur répertoire alors qu'elle est absente dans la région de Tissemsilt. L'absence des Mellitidae dans nos régions d'étude est due probablement à leur préférence alimentaire étroite, sachant que les espèces de cette famille, notamment les Dasypodini préfèrent les régions xériques notamment le continent africain (Michener, 2000 ; Michez & Patiny 2006; Michez et al. 2004a et b). Cependant, une espèce du genre *Dasypoda* endémique du Maghreb connue du Maroc (Michez et al. 2004a et b) a été recensée dans la région de Khenchela à l'Est de l'Algérie par Louadi et al. (2007b).

Il est intéressant de noter que les espèces suivantes : *Eucera hispana* Lepeletier, 1841, *Eucera oraniensis* Lepeletier, 1841, *Eucera (Synhalonia) brachycera* Gribodo, 1893, *Trachusa maghrebensis* Kasperek, 2020, n'ont pas été cités dans les travaux les plus récents des auteurs travaillant dans l'Est et le centre du pays (Louadi & Doumandji 1998a, 1998b ; Louadi et al. 2008 ; Aouar-Sadli et al. 2012 ; Benarfa et al. 2013 ; Bendifallah et al. 2012 ; Bendifallah et al. 2013, Bendifallah et al. 2018 ; Djouma et al. 2017 ; Maghni et al. 2017 ; Chichoune et al. 2018 ; Bouti et al. 2020). Les listes d'espèces restent probablement incomplètes car les zones de collecte ont été isolées et limitées à quelques localités en Algérie.

V.1.3. Composition de la faune d'Apoidea

La composition de la faune d'apoïdes est évaluée au mieux dans le tableau 5 récapitulatif et sur les figures 18,19. Michener (2007) souligne que le Maghreb (Afrique du Nord) possède une très grande richesse faunistique méditerranéenne, en l'occurrence l'Algérie par ses caractéristiques géophysiques différentes qui se succèdent du Nord au Sud. L'effectif total de

cette faune pour la présente étude est de 127 spécimens lesquels sont répartis entre 20 taxa, 10 genres et quatre familles. A l'Est du pays Louadi (1999a) fait état de 3897 spécimens à Constantine, distribués entre 5 familles, 18 genres et 56 espèces. En 2006, Maghni compte pour la région de Khanchela une faune composée de 81 espèces réparties sur cinq familles. Louadi et al. (2008) recensent 382 taxa appartenant à 55 genres à travers huit localités de la partie Nord-Est algérienne. Au centre du pays, en particulier dans la Mitidja orientale et le littoral Algérois Bendifallah (2002) recense 5524 spécimens répartis entre cinq familles, 14 genres et 107 taxons.

A l'Ouest du pays Dermane, (2017) et Dermane & Bendifallah (2021) font état de 1917 spécimens à Tissemsilt, lesquels sont répartis entre 120 taxa, 17 genres et cinq familles. Les Apidae est la famille la plus diversifiée est dominant avec 93%. Les Apidae comprennent une vaste gamme d'espèces, dont certaines sont très répandues et les plus connues ils sont adaptées à une grande variété d'habitats, allant des zones rurales aux zones urbaines. Elles peuvent s'installer dans divers types d'environnements, des prairies aux forêts, des déserts aux zones humides, ce qui leur permet de coloniser de nombreuses régions du globe. Selon Bendifallah et al. (2012), dans la région du Nord-ouest d'Algérie constatent également que c'est toujours les Apidae qui sont les espèces les plus diversifiées. Absence la famille des Colletidae dans notre échantillonnage dans les trois stations de Tissemsilt est probablement liée aux raisons suivantes :

- la phénologie des Colletidae commence à partir de la fin de mai jusqu'au le mois de juin.
- la sécheresse qui s'est étalée pendant toute la période de l'échantillonnage allant du mois de mars jusqu'au le mois de mai 2023.
- le manque d'expérience de notre part durant la récolte des abeilles sauvages sur terrain.

V.1.4. Phénologie des Apoidea

Les Apoidea sont actifs dépendant des facteurs climatiques et des paramètres interspécifiques et intraspécifiques. Les investigations menées du mois de mars jusqu'à mois de juillet durant l'année 2023 montrent que la plupart des familles d'abeilles sont mieux représentées en avril pour les sites de Sidi Bentamra (Kababa), Ouled Bessem (Yazro) et Boucaid (Elbwatit). Ceci coïncide à la fois avec la floraison d'un maximum de plantes et avec l'installation de conditions clémentes. Les espèces d'apoïdes diminuent en nombre à partir de mai, car on assiste à l'achèvement de la floraison de nombreuses plantes printanières. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus à Tissemsilt par Dermane (2021) note que la plupart des familles d'Apoidea observées sont très bien représentées au mois d'avril. Par contre ces résultats ne corroborent par ceux de Louadi (1999a). En effet, cet auteur constate à Constantine pour les Andrenidae un pic élevé en juin.

V.1.5. Analyse des populations d'Apoidea par les indices écologiques de structure appliquées aux populations d'abeilles sauvages

Les indices écologiques de composition montrent l'aspect quantitatif de l'entomofaune étudiée. Les paramètres à étudier sont la richesse totale ou spécifique, l'abondance relative et la constance.

Durant la période d'étude, la qualité d'échantillonnage des espèces des abeilles sauvages capturées dans la région de Tissemsilt est comme suite ; dans la station de sidi Bentamra la qualité d'échantillonnage est de 0.87 et à Ouled Bessem 0.12 et dans Boucaid est 0.5. cette valeur est un peu élevée dans sidi Bentamra et Boucaid.

La valeur de la richesse totale des Apoidea dans la région est de 20 espèces. Les indices écologiques de composition dans la région d'étude montrent que la richesse mensuelle totale durant la période d'échantillonnage qui égale 20 à la station de sidi Bentamra (Kababa) est de 10, Ouled Bessem (Yazro) est de 5 et Boucaid (Elbwatit) et de 5. La richesse est proportionnel à nombre de spécimens plus il y a d'échantillons, plus la richesse est grande.

Les résultats obtenus nous ont permis de recenser 127 individus, soit 20 espèces. L'indice de Shannon-weaver est de 2.45 cela signifie que le peuplement d'abeilles échantillonné est bonne diversifié et équilibré (E).

V.2. Choix floraux des Apoidea

Les choix floraux des abeilles un peu variée dans les trois stations d'étude. La famille la plus abondante est Boraginaceae 83 % et la famille Asparagaceae 11% après la famille de Roascées a pourcentage 5 % dernièrement la famille de Lamiaceae est très faible 1 %. Les facteurs climatiques ont influencé la normalisation des populations d'abeilles (Osgood 1974 ; Louadi et Doumandji 1998). Benarfa et al. (2013) notent que les Brassicaceae, les Lamiaceae et les Resedaceae attirent un grand nombre d'espèces d'abeilles. En revanche, Djouama et al. (2016) ne notent que deux familles botaniques : les Asteraceae et les Brassicaceae. On peut en déduire que les choix floraux des abeilles diffèrent selon la région d'étude (biotope) et selon la disponibilité des ressources florales (familles botaniques). (voir également, Hoehn, et al. 2008)

La station la plus abondante en effectif est Ouled Bessem 85 individus, suivie de la station de Boucaid et Sidi Bentamra avec même valeur 21 individus. Dans les trois stations d'étude on a une variété de présence et absence des abeilles sauvages, dans la station de Sidi Bentamra les Apidae abondent par rapport aux Megachilidae, Halictidae et Andrenidae par contre dans la station

d'Ouled Bessem et Boucaid on a les Apidae seulement, les familles de Colletidae et Melittidae n'a pas été rencontrée dans ce travail, mais elle Selon les résultats des recherches de Louadi et *al.* (2008) existent dans notre pays qui a confirmé l'existence dans la région nord-est de l'Algérie.

Conclusion générale

Conclusion générale

La faune d'abeilles sauvages recensée durant la période d'étude allant du mars jusqu'à mai 2023 à travers trois stations d'étude à savoir : Sidi Bentamra (Kababa), Ouled Bessem (Yazro) et Boucaid (Elbwatit), 20 taxa d'abeilles sauvages comprenant 127 spécimens sont répartis entre 4 familles, 10 genres. La famille des Apidae est la mieux représentée avec 5 taxa, suivie Megachilidae avec 2 taxa, des Andrenidae avec 1 taxa et des Halictidae avec 2 taxa. Quant à l'abondance en individus, les Apidae constituent près de la majorité des abeilles piégées.

La famille la plus représentative est la plus abondante celle des Apidae (93 %) suivies les trois familles les moins présentes sont les Megachilidae (5 %), des Andrenidae (1 %), et des Halictidae (1 %), concernant les familles de Colletidae et Melittidae sont absentes dans cette étude.

Les espèces les plus abondantes dans la région d'étude sont : *Eucera notata* Lepeletier, 1841, *Eucera numida* Lepeletier, 1841, *Eucera rufa* Lepeletier, 1841. La richesse spécifique S des Apoidea est significativement différente d'une station à l'autre. Les valeurs sont comme suivantes : à la station de Sidi Bentamra (Kababa) est de 10, Ouled Bessem (Yazro) est de 5 et Boucaid (Elbwatit) est de 5. La diversité des Apoïdes est généralement forte puisque l'indice de diversité de Shannon-Weaver est compris entre 2.45 et 3.32 bits. Les valeurs de l'équitabilité avoisinent 0.66, montrant que les effectifs des espèces en présence sont en équilibre. L'indice de concentration pour les deux stations est considéré faible partout, Donc la probabilité selon laquelle deux individus appartiennent à la même espèce est faible.

Les choix floraux des abeilles un peu variés d'une station à l'autre dans les trois sites d'étude. La famille la plus abondante est celle de Boraginaceae avec 83 % suivie par la famille des Asparagaceae avec 11% puis la famille des Rosaceae avec 5 % et enfin la famille de Lamiaceae avec un très faible pourcentage de 1 %. La diversité des Apoidea sauvages apparaît essentiellement liée à la diversité des végétaux.

Les résultats obtenus dans cette étude dénotent encore une fois que la faune des abeilles de l'Algérie est très riche et diversifiée. De nouvelles investigations sur cette faune en englobant l'Ouest et le Sud-Ouest peuvent nous renseigner probablement d'avantage sur d'autres espèces d'Apoïde encore inconnues car le pays offre à ces apoïdes un habitat ouvert et ensoleillé en plus d'une flore diversifiée et des sites de nidifications appropriés.

Perspectives

Les abeilles sauvages en Algérie font face à des défis écologiques importants, il existe également des initiatives de conservation et des actions entreprises pour protéger les abeilles sauvages en Algérie. Des projets de recherche et de sensibilisation sont menés pour évaluer l'état des populations d'abeilles sauvages, étudier leurs interactions avec les plantes et promouvoir des pratiques agricoles durables qui préservent leur habitat et réduisent l'utilisation de pesticides il est donc possible d'envisager un avenir plus sûr pour les abeilles sauvages en Algérie si des mesures de conservation appropriées sont mises en œuvre. Cela pourrait inclure la création de réserves naturelles, la promotion de l'agriculture biologique, l'éducation et la sensibilisation du public sur l'importance des abeilles sauvages.

Les Références

Les Références :

1. ABROL D.P., 1988 – Effect of climatic factors on pollination activity of alfalfa-pollinating subtropical bees *Megachile nana* Bingh and *Megachile flavipes* Spinola (Hymenoptera, Megachilidae). *Acta Oecologica*, 9 (4): 371 – 377.
2. ALFKEN J.D., 1914 - Beitrag zur Kenntnis der Bienenfauna von Algerien. *Mém. Soc. Entomol. Belgique*, T. 22 : 185 – 237.
3. AOUAR-SADLI M., 2009 – *Systématique, éco-éthologie des abeilles (Hymenoptera : Apoidea) et leurs relations avec la culture de la fève (Vicia faba L.) sur le terrain dans la région de Tizi Ouzou*. Thèse Doctorat, Sci., Univ. Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, 268 p.
4. AOUAR-SADLI M., LOUADI K. and DOUMANDJI S., 2008 – Pollination of the broad bean (*Vicia faba* L. var. major) (Fabaceae) by wild bees and honey bees (Hymenoptera: Apoidea) and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzou area (Algeria). *African J. Agri. Res.*, 3 (4) : 266 - 272.
5. ASCHER, J.S. & PICKERING, J., 2020 – Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila), Available from: <http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea-species> [Accessed 10 January 2021].
6. BALDOCK D. WOOD TJ. CROSS I. SMIT J., 2018 – The Bees of Portugal (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) Entomofauna. Supplement. 22:1–164.
7. BENARFA N. LOUADI K. SCHEUCHL E., 2013 – Liste taxonomique des abeilles du genre *Andrena* (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae) du Nord-Est algérien avec les commentaires et les ajouts aux autres régions du pays. *Annales de la Société entomologique de France* (N.S.). 49(4):383–397. doi:10.1080/00379271.2014.893643
8. BENDIFALLAH L, LOUADI K, DOUMANDJI S., 2013 – Bee fauna potential visitors of coriander flowers *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae) in the Mitidja area (Algeria). *Journal of Apicultural Science*. 57(2):59–70. doi:10.2478/jas-2013- 0017
9. BENDIFALLAH L, DOUMANDJI S, LOUADI K, ISERBYT S., 2012 – Geographical variation in diversity of pollinator bees at natural ecosystem (Algeria). *International Journal of Science and Advanced Technology*. 2(11):26–31.
10. BENDIFALLAH L, LOUADI K, DOUMANDJI S., 2010 – Apoidea et leur Diversité au Nord d'Algérie. *Silva Lusitana*. 18(1):85–102.

11. BENDIFALLAH L, ORTIZ-SÁNCHEZ FJ., 2018 – Flowering plants preferred by native wild bees (hymenoptera, apoidea, apiformes) in the Algerian littoral region. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 10(2):172–190. doi:10.4314/jfas.v10i2.12
12. BENISTON M.T.W.S., 1984 - *Les fleurs d'Algérie*. Ed. Entreprise Nationale du Livre, Alger, 153 p
13. BENISTON NT, BENISTON WS., 1984. *Fleurs d'Algérie*. Alger: Entreprise Nationale du Livre; 359 p.
14. BENOIST R., 1950 – Apides recueillis par MM. L. Berland et J. Panouse dans le sud marocain en 1947. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles du Maroc*. 30:37–48.
15. BENOIST R., 1961 – Hyménoptères Apides recueillis au Hoggar par A. Giordani Soika. *Bulletino del Museo Civico Naturale di Venezia*. 14:43–53.
16. BOUDY P., 1950 – *Economie forestière Nord-africaine-Tome 2: monographies et traitements des essences forestières*.
17. BOUTI F, BERKANI ML, DOUMANDJI S, QUARANTA M., 2020 – New records of Apoidea (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes) in Algeria. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*. 18:1–8. doi:10.32800/amz.2020.18.0001
18. CARDINAL S. DANFORTH BN., 2013 – Bees diversified in the age of eudicots. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 280 :1755- 20122686.
19. CARRE G., 2008 – *Biodiversité, paysages et conservation de la communauté d'abeilles dans les agrosystèmes*. Doctoral dissertation. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.
20. CHAUMONT M. PAQUIN C., 1971 – Notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie septentrionale. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 24.
21. CHERAIR EH, SCHEUCHL E, DOUMANDJI S, LOUADI K., 2013 – A new record and a new subspecies of *Andrenahaemorrhoea* (Fabricius, 1781) in Algeria (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae). *African Entomology*. 21(2):287–293. doi:10.4001/003.021.0224
22. CHICHOUNE H, BENACHOUR K, LOUADI K, ORTIZ SFJ., 2018 – Premières données sur les Halictidae (Hymenoptera: Apoidea) de la région de Batna (Est algérien). *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*. 54(5):447–463. doi:10.1080/00379271.2018.1507686

Les Références

23. D.P.N.T.H., 2006 - Direction du Parc National de Théniet El Had (Département des ressources naturelle).
24. DAGET P., 1977 – Le bioclimat méditerranéen : analyses des formes climatiques par le système d’Emberger. *Vegetatio*, 34 (2) : 87 – 103.
25. DAGNELIE P., 1975 – Analyse statistique à plusieurs variables. Ed. Presses agro. Gembloux, 359 p.
26. DAJOZ R., 1970 – *Précis d’écologie*. Ed. Dunod, Paris, 357 p.
27. DAJOZ R., 1971 – *Précis d’écologie*. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
28. DAJOZ R., 1985 – *Précis d’écologie*. Ed. Dunod, Paris, 505 p
29. DAJOZ R., 2002 – *Les coléoptères: carabidés et ténébrionidés*. Lavoisier Tec et Doc.
30. DAJOZ R., 2002 – The Coleoptera. Carabids and tenebionids: ecology and biology. The Coleoptera. *Carabids and tenebionids: ecology and biology*.
31. DARRIGOL J.L., DESSERTINE A.-M. et DE-BRAYE S.J., 1 979 - *Le miel pour votre santé : propriétés thérapeutiques du miel, du pollen, de la gelée royale et de la propolis*. Ed. Dangles, Paris, 140 p.
32. DANFORTH BN. SIPES S. FANG J. BRADY SG., 2006 – The history of early bee diversification based on five genes plus morphology. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.103(41) : 15118-15123.
33. DEHINA N., DAOUDI-HACINI S. DOUMANDJI S., 2007 - Arthropodofaune et place des Formicidae dans un milieu à vocation agricole. *Journéesinternati. Zool. agri. for.*, 8 - 10 avril 2007, Inst. nati. agro., El Harrach, 201p.
34. DELAPLANE KS, MAYER DF., 2000 – *Crop pollination by bees*. Oxon: CABI Publishing; p. 344.
35. DIBOS C., 2010 – *Interactions plante-pollinisateur: caractérisation de la qualité du pollen de deux cucurbitacées durant son ontogenèse, sa présentation et son transport sur le corps de l'abeille domestique*.Thèse de doctorat. Université d'Avignon.

36. DJETTI. T., 2019- Répartition spatio-temporelle des nématodes à kyste des céréales en Algérie. Effet du nématode sur les paramètres du rendement de blé dur. these doctorat. ENSA - El Harrach. 162P.
37. DJOUAMA H, LOUADI K, SCHEUCHL E., 2016 – Inventaire préliminaire du genre *Andrena* (Hymenoptera: Apoidea, Andrenidae) de quelques localités sahariennes de l'est de l'Algérie. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*. 52(5):300– 310.
doi:10.1080/00379271.2017.1279571
38. DOUMANDJI S. DOUMANDJI A., 1988 – Note sur l'écologie de *Crabro quinquenotatus* Jurine (Hymenoptera, Sphecidae) prédateur de la fourmi des agrumes *Tapinoma simrothi* Krauss (Hymenoptera, Formicidae) près d'Alger. *Ann. Inst. nati. agro.*, El Harrach, 12 (n° sp.) : 101 – 118.
39. DOUMANDJI S., 1984 - Une nouvelle cochenille pour la région Paléarctique et pour l'Algérie, *Parlatoreopsis pyri* Marlatt. *Bull. Zool. agri., Inst. nati. agro.*, El Harrach, (9) : 1-3
40. DREUX P., 1980 – *Précis d'écologie*. Ed. Presse Univ. de France, Paris, 231 p.
41. DUBITZKY A, PLANT J, SCHÖNITZER K. 2010. Phylogeny of the bee genus *Andrena* Fabricius based on morphology (Hymenoptera: Andrenidae). *Mitteilungen der MünchnerEntomologische Gesellschaft*. 100:137–202
42. EICKWORT GC. GINSBERG HS., 1980 – Foraging and mating behavior in Apoidea. *Annual review of entomology*. 25(1): 421-446.
43. ELHAI H. 1968. *Biogéographie*. Ed. Armand Colin, Paris, 404 p.
44. EMBERGER L., 1953 – *Une classification biogéographique des climats*. Rec. des travaux des Labor. de bot. Géol. et Zool. Univ, Montpellier. Sér. Bot. (7): 3-43.
45. EMBERGER L., 1954 – *Une classification biogéographique des climats*. Rec. Trav. Lab. Bot., Univ. Montpellier, série Botanique, 7: 3- 43.
46. ESTHER JULIER H. ROULSTON TAH., 2009 – Wild bee abundance and pollination service in cultivated pumpkins: farm management, nesting behavior and landscape effects. *Journal of Economic Entomology*. 102(2) : 563-573.
47. FAO ., 1960 – La défense contre l'érosion éolienne. Food and Agriculture Organisation of the families. Ottawa : Canadian Communication Group, Publishing.

48. FERRARI, R. R., ONUFERKO, T. M., MONCKTON, S. K., PACKER, L., 2020 – The evolutionary history of the cellophane bee genus *Colletes* Latreille (Hymenoptera: Colletidae): molecular phylogeny, biogeography and implications for a global infrageneric classification. *Molecular phylogenetics and evolution*, 146, 106750.
49. GALLAI N. SALLES JM. SETTELE J. VAISSIÈRE BE., 2009 – Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological economics*, 68(3): 810-821.
50. GAUSSEN H., 1955 – Détermination des climats par la méthode des courbes ombrothermiques. *Comptes Rendus Hebdomadaires. Des sciences de l'académie des sciences*. 240(6) : 642-643.
51. GHIGLIOTTI G. BARISIONE C. GARIBALDI S. FABBI P. BRUNELLI C. SPALLAROSSA P. ARSENESCU V., 2014 – Adipose tissue immune response: novel triggers and consequences for chronic inflammatory conditions. *Inflammation*, 37(4) :1337-1353.
52. GOULET, H. KANADA D., 1993 – *Hymenoptera of the world: an identification guide to*
53. GUIGLIA D., 1972 - *Les guêpes sociales (Hymenoptera, Vespidae) d'Europe occidentale et septentrionale*. Ed. Masson et Cie, Paris, 186 p.
54. Gusenleitner F, Schwarz M. 2002. Weltweite Checkliste der Bienengattung *Andrena* mit Bemerkungen und Ergänzungen zu paläarktischen Arten (Hymenoptera, Apidae, Andreninae, Andrena) *Entomofauna. Supplement*. 12:1280.
55. HEINRICH B., 1979 - *Bumblebee economics*. Harvard University Press, Cambridge, 246 p.
56. HERRERA C.M., 1988 – Variation in mutualisms: the spatio-temporal mosaic of a pollinator assemblage. *Biological J. Linnean Society*, 35: 105 - 125.
57. HOEHN P, TSCHARNTKE T, TYLIANAKIS JM, STEFFAN-DEWENTER I., 2008 – Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 275(1648):2283–2291. doi:10.1098/ rspb.2008.0405
58. HOPWOOD JL., 2008 – The contribution of roadside grassland restorations to native bee conservation. *Biological conservation*. 141(10) : 2632-2640.
59. HURLBERT SH. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*. 52(4) : 577-586.

Les Références

60. HUSSEIN M.H. and ABDEL-AAL S.A., 1982 – Wild and honeybees as pollinators of 10 plant species in Assiut area. *Egypt. Z. Angrew. Ent.*, 93 : 342 - 346.
61. JACOB-REMACLE A., 1989b - *Relation plantes – abeilles solitaires en milieu urbain : l'exemple de la ville de Liège*. C. R. Symp. InvertébrésBelgique : 387 – 394.
62. KASINA, JM., 2007 – Bee pollinators and economic importance of pollination in crop production: case of Kakamega. *western Kenya*. ZEF.
63. KENNEDY CM. LONSDORF E. NEEL MC. WILLIAMS NM. RICKETTS TH. WINFREE R. BOMMARCO R. BRITAIN C. BURLEY A.L. CARIVEAU D. AND CARVALHEIRO LG., 2013 – A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecology letters*.16(5):584-599.
64. KLEIN AM. VAISSIERE BE. CANE JH. STEFFAN-DEWENTER I. CUNNINGHAM SA. KREMEN C. TSCHARNTKE T., 2007 – Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, 274(1608) : 303-313.
65. Kremen C. Williams NM. Aizen MA. Gemmill-Herren B. LeBuhn G. Minckley R. Ricketts TH. 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology letters*. 10(4) : 299-314.
66. LE HOUEROU HN. HOSTE C.H., 1977 – Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean Basin and in the African SaheloSudanian zone. Rangeland Ecology & Management. *Journal of Range Management Archives*.30(3) : 181-189.
67. LE HOUEROU HN., 1995 – Forage halophytes in the Mediterranean basin. *Halophytes and biosaline agriculture.*, 115-136.
68. LEGENDRE L. LEGENDRE P., 1984 – *Ecologie numérique*. Le traitement multiple des données écologiques. Ed. Masson, Paris, Presses de l'Université du Québec, Québec, 260 p.
69. LHOMME P, MICHEZ D, CHRISTMANN S, SCHEUCHL E, EL ABDOUNI I, HAMROUD L, IHSANE O, SENTIL A, SMAILI MC, SCHWARZ M., 2020 – The wild bees (Hymenoptera: Apoidea) of Morocco. *Zootaxa*. 4892(1):001–159. doi:10.11646/zootaxa.4892.1.1
70. LHOMME, P., 2009. L'inquilinisme chez les bourdons. *Osmia*, 2009, vol. 3, p. 17-22.

Les Références

71. LOUADI K, DOUMANDJI S., 1998a – Diversité et activité de butinage des abeilles (Hymenoptera Apoidea) dans une pelouse à thérophytes de Constantine (Algérie). *The Canadian Entomologist*. 130(5):691–702. doi:10.4039/Ent130691-5
72. LOUADI K, DOUMANDJI S., 1998b – Note d’information sur l’activité des abeilles (domestiques et sauvages) et l’influence des facteurs climatiques sur les populations. *Sciences et Technologie*. 9:83–87.
73. LOUADI K, DOUMANDJI S., 2012 – New records of wild bees (Hymenoptera, Apoidea) for wildlife in Algeria. *Journal of the Entomological Research Society*. 14(3):19–27.
74. 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.
75. LOUADI K., 1999b - Contribution à la connaissance des genres *Halictus* et *Lasioglossum* de la région de Constantine (Algérie) (Hymenoptera, Apoidea, Halictidae). *Bull. Soc. Ent. France*, 104 (2): 141 – 144.
76. LOUADI K., TERZO M., BENACHOUR K., BERCHI S., AGUIB S., MAGHNI N. et BENARFA N., 2008 – Les Hyménoptères Apoidea de l’Algérie orientale avec une liste d’espèces et comparaison avec les faunes ouest-paléarctiques. *Bull. Soc. Entomol. Fr.*, 113 (4) : 459 - 472.
77. LOUADI, K., 1999a. *Systématique, éco-éthologie des abeilles (Hymenoptera, Apoidea) et leurs relations avec l’agrocénose dans la région de Constantine*. Thèse Docorat Etat, sci.natu., Univ. Mentouri, Constantine, 202 p.
78. LOUVEAUX J.,1980 – *Les abeilles et leur élevage*. Ed. Hachette, Paris, 230 p.
79. LUNAU K., 1993 – Interspecific diversity and uniformity of flower colour patterns as cues for learned discrimination and innate detection of flowers. *Experientia*, 49: 1002 – 1010.
80. MADER E.SHEPHERD M. VAUGHAN M. HOFFMAN BS. LEBUHN G., 2011 – *Attracting Native Pollinators: Protecting North America’s Bees And Butterflies*. The Xerces Society Guide. Storey Pub., North Adams.

Les Références

81. MAGHNI N, LOUADI K, ORTIZ-SÁNCHEZ FJ, RASMONT P., 2017 – Les Anthophores de la région des Aurès (nord-est de l'Algérie) (Hymenoptera: Apidae: Anthophorini). *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*. 53(1):55–73. doi:10.1080/00379271.2017.1305916
82. MEKKI A., 2016 – *Contribution à l'étude écologique de l'Arthropodofaune dans quelques stations à Retama raetam (Fabacées) dans la région de Naâma*. Thèse Magister, Sci., Univ. AbouBekrBelkaidTlemcen, 120 p.
83. MICHENER CD., 2007 – *The bees of the world*. 2nd ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press; p. xvi + 953.
84. MICHEZ D, RASMONT P, TERZO M, VEREECKEN NJ., 2019 – *Hymenoptera of Europe: bees of Europe*. Vol. 1. Paris: NAP Editions; p. 552.
85. MINCKLEY RL, ROULSTON TH. 2006. Incidental mutualisms and pollen specialization among bees. In: Waser N M and Ollerton J, editors. *Plant – pollinator interactions: from specialization to generalization*. Chicago (IL): University of Chicago Press; p. 69–98. Morice FD. 1916. List of some Hymenoptera from Algeria and the M'Zab country. *Novitates Zoologicae*. 23:241–248.
86. MOISSET, B., BUCHMANN, S., 2011 – *Bee Basics: An Introduction to Our Native Bees* (pp. 48). Published by the USDA, US Forest Service and Pollinator Partnership. Available online at: <http://www.pollinator.org>.
87. MORANDIN LA. WINSTON ML. ABBOTT VA. FRANKLIN MT., 2007 – Can pastureland increase wild bee abundance in agriculturally intense areas?. *Basic and Applied Ecology*. 8(2) : 117-124.
88. MOSTEFAI A. STAMBOULI-MEZIANE H., 2016 – Groups of *Rosmarinus Officinalis* in Littoral of Tlemcen Region: Phytosociological Aspects and Phytoecological. *BiosciBiotechnol Res Asia*. 13(3): 1595-1600.
89. MÜLLER A, KUHLMANN M., 2008 – Pollen hosts of western palaeartic bees of the genus *Colletes* (Hymenoptera: Colletidae): the Asteraceae paradox. *Biological Journal of the Linnean Society*. 95(4):719–733. doi:10.1111/j.1095-8312.2008.01113.x
90. MÜLLER A., 2014 – Palaeartic *Hoplitis* bees of the subgenus *Stenosmia* (Megachilidae, Osmiini): biology, taxonomy and key to species. *Zootaxa*. 3765(4):301–316. doi:10.11646/3765.4.1

Les Références

91. MÜLLER A., 2018 – Palaearctic *Osmia* bees of the subgenus *Hoplosmia* (Megachilidae, Osmiini): biology, taxonomy and key to species. *Zootaxa*. 4415(2):297–329. doi:10.11646/zootaxa.4415.2.4
92. MULLER Y., 1985 – *L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord. Sa place dans le context médio-européen*. Thèse Doctorat. Sci., Univ. Dijon, 318 p.
93. Ollerton J, Edwards M, Crockett R. 2014. Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural changes. *Science*. 346(6215):1360–1362. doi:10.1126/science.1257259.
94. OLLERTON J, WINFREE R, TARRANT S., 2011 – How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*. 120(3):321–326. doi:10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x
95. OUAHAB Y, BENDIFALLAH L, RASMONT P, AIT HAMMOU M., 2021 – Nesting Ecology and Foraging Biology of the Mason Bee *Osmia* (*Helicosmia*) *latreillei* Spinola, 1806 (Hymenoptera: Megachilidae) in Western Algeria. *Bee World*. 98(1):1-6
96. OUAHAB Y., 2016 - *Distribution spatio-temporelle des abeilles sauvages (Hyménoptera ; Apoidea) à travers les Monts de Tlemcen* Thèse Magister, Sci., Univ. AbouBekrBelkaidTlemcen, 137 p.
97. PELLETIER N. PIROG R. RASMUSSEN R., 2010 – Comparative life cycle environmental impacts of three beef production strategies in the Upper Midwestern United States. *Agricultural Systems*, 103(6) : 380-389.
- PEREZ J., 1895 – Espèces nouvelles de Mellifères de Barbarie. (Diagnoses préliminaires). Bordeaux: *Gounouilhou*; p. 64.
98. PEREZ J., 1902 – *Espèces nouvelles de Mellifères (palaearctiques)*. Procès-verbaux des Séances de la Société Linnéenne de Bordeaux. 57. XLIII-XLVIII, LVII-LXVIII, CXIXCXXII, CLXXIV-CLXXIX.
99. PLATEAUX-QUENU C., 1972. *La biologie des abeilles primitives* (Vol. 11). Masson.
100. POPPENWIMER TL., 2014 – Generalist and Specialist Pollination Syndromes: When are they Favoured? A Theoretical Approach to Predict the Conditions Under which a Generalist or Specialist Pollination Syndrome is Favoured.

101. POTTS SG. VULLIAMY B. DAFNI A. NE'EMAN G. WILLMER P., 2003 – Linking bees and flowers: how do floral communities structure pollinator communities? *Ecology*. 84(10):2628-2642.
102. POTTS SG. VULLIAMY B. ROBERTS S. O'TOOLE C. DAFNI A. NE'EMAN G. WILLMER P., 2005 – Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology*, 30(1): 78-85.
103. POTTS, S. G., IMPERATRIZ-FONSECA, V., NGO, H. T., AIZEN, M. A., BIESMEIJER, J. C., BREEZE, T. D., VANBERGEN, A.J. .2016 – Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632), 220-229.
104. QUEZEL P, SANTA S., 1962 – *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Vol. 1. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, Tome; p. 1090.
105. RAMADE F., 1984 – *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397p.
106. RAMADE F., 2003 – *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, 690 p.
107. RASMONT P. BARBIER Y. PAULY A., 1900 – Faunistique comparée des Hyménoptères Apoïdes de deux terrils du Hainaut occidental. *Notes fauniques de Gembloux* 21, 39–58.
108. RASMONT P., 1988 - *Monographie, écologique et zoogéographique des Bourdons de France et de Belgique (Hymenoptera, Apidae, Bombinae)*. Thèse Doctorat, Fac. sci. agro., Gembloux, 309 p.
109. RASMONT P., 1994 – La protection des espaces naturels et de l'entomofaune. Pour une conservation des abeilles sauvages de France et de Belgique : protection ou surveillance ? (Hymenoptera, Apoidea). *Actes réunion Soc. Entomol. France*, Grenoble, octobre 1994, 14 p.
110. RASMONT P., 1995 – Les Anthophores de France du sous-genre *Lophanthophora* Brooks avec la redescription de trois espèces au statut confus (Hymenoptera : Apoidea : Anthophoridae). *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, 31 (1) : 3 - 20.
111. RASMONT P., BARBIER Y. et PAULY A., 1990 - Faunistique comparée des Hyménoptères Apoïdes de deux terrils du Hainaut occidental. *Notes fauniques de Gembloux*, 21 :39–58.

112. REMINI B., 2019 – L'oasis d'El Guerrara (Algérie): irrigation et recharge des nappes assurées par les inondations. *Larhyss Journal*. 16(4) : 7-36.
113. Ritchie EG., 2012. Ecosystem restoration with teeth: What role for predators? *Trends EcolEvol* 27(5):265–271.
114. SAFRINET., 1999 – *Collecting and Preserving Insects and Arachnids*. A manuel for Entomology and Arachnology. Safrinet, the Southern African (SADC) Loop of BioNet-International. Insects and Arachnids Biosystematics Division. A.R.C – Plant Protection Research Institute Pretoria, South Africa. Ed. I.M. Millar. Pretoria, 105 p.
115. SAUNDERS E., 1908 – *Hymenoptera aculeata collected in Algeria* by the Rev. A. E. Eaton, M.A., F.E.S., and the Rev. Francis David Morice, M.A., F.E.S. Part III Anthophila. *Transactions of the Entomological Society of London*. 1908:177–274.
116. SCHEPER J, REEMER M, VAN KATS R, OZINGA WA, VAN DER LINDEN GTJ, SCHAMINÉE JHJ, SIEPEL H, KLEIJN D., 2014 – Museum specimens reveal loss of pollen host plants as key factor driving wild bee decline in The Netherlands. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 111(49):17552–17557. doi:10.1073/pnas.1412973111
117. SCHEUCHL E, BENARFA N, LOUADI K., 2011– Description of a new *Andrena* species from Algeria (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae). *Entomofauna*. 32(12):221–232.
118. SCHEUCHL E., 2000 – *Clé des genres de la superfamille des Apoidea*: Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. 158 p.
119. SCHULTHESS A. 1924 – Contribution à la connaissance de la faune des Hyménoptères de l'Afrique du Nord. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*. 15 (6):293–320.
120. SCHWENNINGER HR., 2015 – Revision of the Western Palaearctic species of the *Andrenataraxaci*-group with description of four new species (Hymenoptera: Andrenidae). *Stuttgarter Beiträge zur NaturkundeA*. 8:251–270.
121. SELTZER P., 1946 – *Climat de l'Algérie*. Ed. Institut météo. phy., Globe de l'Algérie, Alger, 219 p.
122. SHEFFIELD CS. PINDAR A. PACKER L. KEVAN PG., 2013 – The potential of cleptoparasitic bees as indicator taxa for assessing bee communities. *Apidologie*. 44(5): 501-510.

123. SONET M. JACOB-REMACLE A., 1987 – Pollinisation de la légumineuse fourragère *Hedysarum coronarium* L. en Tunisie. *Bulletin des recherches agronomiques de Gembloux*. 22(1): 19-32.
124. SOUTHWOOD TRE., 1978 – *Ecological methods*. With particular reference to the study of insect populations. Ed. Chapman et Hall, London, 535 p.
125. STEWART P., 1974 – Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. *Bull Soc Hist Nat Afrique du Nord*, 65, 239-248.
126. TAÏBI, K., DEL CAMPO, A. D., MULET, J. M., FLORS, J., & AGUADO, A., 2014 – Testing Aleppo pine seed sources response to climate change by using trial sites reflecting future conditions. *New Forests*, 45(5), 603-624.
127. VAISSIERE B., 2005 – Abeilles et pollinisation. *CR Académie d'Agriculture de France*. 91 : 53-56.
128. VANBERGEN A.J. INITIATIVE TIP., 2013 – Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 11(5): 251-259.
129. VEREECKEN NJ. MICHEZ D. COLMOB PM. WOLLAST., 2011 – Connaître et aider nos abeilles sauvages, accueillir nos abeilles sauvages solitaires. *L'homme et l'oiseau*. 2011 (1) : 34-39.
130. VON ZUBEN LG. NUNES TM., 2014 – A scientific note on the presence of functional tibia for pollen transportation in the robber bee *Lestrimelittalimao* Smith (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Sociobiology*. 61(4): 570-572.
131. WARNCKE K., 1967 – Beitrag zur Klärung paläarktischer *Andrena* Arten (Hym. Apidae). *Eos*. 43:171–318.
132. WARNCKE K., 1974 – Beitrag zur Kenntnis und Verbreitung der Sandbienen in Nordafrika (Hymenoptera, Apoidea, *Andrena*). *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin*. 50:2–53.
133. WCISLO WT. CANE JH., 1996 – Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. *Annual review of entomology*, 41(1): 257-286.

134. WEESIE DM, BELEMSOBGO U., 1997 – Les rapaces diurnes du ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso). Liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. *Alauda*, 65 : 263-278.

135. WESTRICH P, SCHMIDT K., 1986 – Methoden und Anwendungsgebiete der Pollenanalyse bei 113. Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea). *Linz biolBeitr.* 18:341–360

136. WESTRICH P., 1989. *Die Wildbienen Baden-Württembergs*. Stuttgart: Eugen Ulmer; p. 972

137. WESTRICH P., 2008 – *Andrena sardoa* Lepeletier, 1841, einestrenigoligolektische, auf Asphodelus (Asphodelaceae) spezialisierte Bienenart (Hymenoptera, Apidae) der westlichenMediterraneis. *Entomologische Nachrichten und Berichte.* 52(2):133–137

138. WOOD TJ, HOLLAND JM, GOULSON D., 2016 – Diet characterisation of solitary bees on farmland: dietary specialisation predicts rarity. *Biodiversity and Conservation.* 25(13):2655–2671. doi:10.1007/s10531-016-1191-x

139. WOOD TJ, MICHEZ D, CEJAS D, LHOMME P, RASMONT P., 2020 – An update and revision of the *Andrena* fauna of Morocco (Hymenoptera, Apoidea, Andrenidae) with the description of eleven new North African species. *Zookeys.* 974:31–92. doi:10.3897/zookeys.974.54794

140. WOOD TJ, ROBERTS SPM., 2018 – Constrained patterns of pollen use in Nearctic *Andrena* (Hymenoptera: Andrenidae) compared with their Palaeartic counterparts. *Biological Journal of the Linnean Society.* 124(4):732–746. doi:10.1093/biolinnean/bly080.