

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE
LA TERRE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2018

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV

Filière : Ecologie et Environnement.

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Présenté par :

RAOUANE Siham & TARCHOUN Sounia

Thème

Contribution à l'étude des Apoïdes dans la région de Bouira

Soutenu le : 26 / 06 / 2024

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mme. BOUDJELLAL N.</i>	<i>MCB.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Présidente</i>
<i>Mme. CHERIFI A.</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mlle. IKHLEF H.</i>	<i>Doctorante</i>	<i>Univ. de Tizi-ouzou</i>	<i>Co-Promotrice</i>
<i>Mme. KERBACHE F.</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

Année Universitaire : 2023/2024

Remerciements

Nous commençons par remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la volonté, l'amour du savoir et surtout le courage et la patience pour effectuer ce modeste travail.

Nous commençons par exprimer notre profonde reconnaissance et nos vifs remerciements à Madame CHERIFI, qui nous a honoré de

Proposer et diriger ce travail, pour ses encouragements, ses conseils, sa disponibilité et surtout pour sa patience dans la correction de ce mémoire. Nous étions satisfaits de votre bon enseignement, merci de nous avoir guidés avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit ; nous ne pouvons, Madame , que sincèrement vous exprimer notre respect et notre gratitude.

Nous chaleureux remerciements aux membres du jurée, madame la présidente et madame l'examinatrice.

Nos remerciements les plus cordiaux et toutes nos pensées de gratitude à notre Co-promotrice qui a codirigé notre projet avec plein de

Sagesse, de générosité et de gentillesse pendant toute la période du stage. Enfin nos remerciements s'adressent plus particulièrement à nos familles, amis et toutes personnes qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A mon cher mari et ma jolie fille Miral

A mes frères et sœurs

Merci de m'avoir soutenu et témoigné votre affection durant tout ce temps. J'ai toujours pu compter sur vous quel que soit le moment.

Restons unis et soyons à la hauteur de nos parents.

Que DIEU vous bénisse.

A mon binôme et amie avec qui j'ai partagé tous les moments de stress, de fatigue, mais aussi de fous rires.

A mes amis(es) qui m'ont aidé d à réaliser ce travail

Merci beaucoup mes amis(es)

Siham

Dédicace

Dédie ce mémoire à

A la plus belle créature que Dieu a créé sur terre, à la source de tendresse, de patience et de générosité, ma mère. Qui a œuvré pour ma réussite de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude. Puisse dieu, le tout puissant, te préserve et t'accorde santé, longue vie et bonheur.

*A mes frères : salim ,Massi ,kossila,Ahesn et ma soeur :sara
Merci de m'avoir soutenu et témoigné votre affection durant tout ce temps. J'ai toujours pu compter sur vous quel que soit le moment.*

Restons unis et soyons à la hauteur de nos parents.

Que DIEU vous bénisse.

A mon binôme et amie Siham avec qui j'ai partagé tous les moments de stress et de fatigue, mais aussi de fous rires.

*A mes amis(es) : Chehra et Wassila ,Siliya qui m'ont aidé de réaliser ce travail
Merci beaucoup mes amis(es).*

Sounia.

Table des matières

Liste des abréviations
Liste des tableaux
Liste des figures
Introduction..... 1

Chapitre I Généralités sur les abeilles

I.1. Aperçu sur l'origine des abeilles 3
I.2. Répartition biogéographique des Apoïdes 3
I.3. Systématique des Apoïdes 4
I.4. Morphologie des abeilles 5
I.5. Différentes familles des abeilles 7
I.5.1. Stenotritidae 7
I.5.2. Colletidae 7
I.5.3. Halictidae 8
I.5.3. Andrenidae 8
I.5.4. Megachilidae 8
I.5.5. Melittidae 8
I.5.6. Apidae 9
I.6. Mode de vie des abeilles 9
I.6.1. Nutrition 10
I.6.2. Pollinisation 10

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

II.1. Situation géographique de la région de Bouira 14
II.2. Facteurs abiotiques de la région de Bouira 14
II.2.1. Facteurs édaphiques 15
II.2.2. Facteurs climatiques 15
II.2.2.1. Températures 15
II.2.2.2. Précipitations 16
II.2.2.3. Humidité de l'air 16
II.2.2.4. Vent 17
II.3. Synthèse climatique 18

II.3.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen des régions d'étude 19
II.3.2. Facteurs biotiques de la région d'étude..... 19
II.4. Données bibliographiques sur la faune de la région d'étude..... 20

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Choix et description des stations d'étude..... 21
III.1. 1. Site de Semmache 21
III.1.2. Site Aguilale..... 22
III.1.3. Site PND (Parc national de Djurdjura) 23
III.1.4. Pôle universitaire de Bouira..... 24
III.2. Méthodologie de travail 26
III.2.1. Méthodes utilisées sur terrain..... 26
III.2. 2. Méthode active 26
III.2.3. Méthode indirecte ou Méthode de piégeage attractif 27
III.3. Hôtel des abeilles 28
III.4. Méthodes utilisées au laboratoire 29
III.4.1. Conservation des échantillons 29
III.4.2. Identification des Apoïdes 30
III.5. Flore butinée 30
III.6. Exploitation des résultats 30
III.6.1. Qualité d'échantillonnage 30
III.6.2. Indices écologiques de composition 31
III.6.2.1. La richesse totale (S)..... 31
III.6.2.2. La richesse moyenne(Sm) 31
III.6.3. L'abondance relative (A.R%)..... 31
III.6.4. Constance des espèces ou Fréquences d'occurrence 32
III.6.5. Indices écologiques de structure 32
III.6.5.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')..... 32

Chapitre IV: Résultats et discussions

IV.3. Répartition des apoïdes dans les stations d'étude..... 37
IV.4. Rpartition du nombre d'individus par station..... 38
IV.5. Répartition de nombre d'abeilles capturée par méthode d'échantillonnage et par individus 39
IV.6. Pourcentage des espèces par familles et par méthode d'échantillonnage 40

IV.6.1. Méthode active.....	40
IV.6.2. Méthode passive.....	41
IV.7. Pourcentage des espèces capturées par méthode d'échantillonnage.....	41
IV.8. Exploitation des résultats par l'indice écologique.....	43
IV.8.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition.....	43
IV.8.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure.....	52
IV.8.2. Exploitation des résultats par les indices de diversité de Shannon-Weaver (H') et Equitabilité (E) des espèces récoltées.....	52
IV.9. Discussions.....	53
Conclusion.....	57

Liste des abréviations

PND: Parc national du Djurdjura

Liste des tableaux

Tableau 01 : Humidité relative mensuelle de la région de Bouira durant la période 2020-2023 (station météorologique de la wilaya de bouira)	17
Tableau 02 : Valeurs de la vitesse du vent (m/s) dans la région de Bouira couvrant la période de 2020 2023 (station météorologique de la wilaya de bouira.....	18
Tableau 03 :Liste des Apoïdes capturés dans les quatre sites d'étude.....	34
Tableau 04 :Répartition du nombre d'individus et d'espèces dans les 4 stations d'étude	37
Tableau 05 :Nombre des individus par méthode d'échantillonnage	39
Tableau 06 : Qualité d'échantillonnage des espèces d'Apoïdes capturées dans la région de Bouira par les différentes méthodes d'échantillonnage	43
Tableau 07 : Valeur des richesses total, moyennes et spécifique des Apoïdes estimée dans les quatre stations d'études.....	44
Tableau08 : Abondance relative des différentes familles d'apoïdes dans les quatre stations d'étude Semmache, Aguilal, PND e pôle universitaire	45
Tableau 09 : Abondances relatives des différents genres d'Apoïdes collectés dans les stations d'étude	47
Tableau 10 : Fréquences d'occurrence des espèces d'Apoïdes capturées dans la station de pôle	48
Tableau 11 : Fréquences d'occurrence des espèces d'Apoïdes capturées dans la station de PND.....	49
Tableau 12 : Fréquences d'occurrence des espèces d'Apoïdes capturées dans la station de semmache	50
Tableau 13 : Fréquences d'occurrence des espèces d'Apoïdea capturées dans la station deAguilal.....	50
Tableau 14 : Exploitation des résultats par les indices de diversité (H') de Shannon-Weaver et Equitabilité (E) des espèces récoltées.....	51

Liste des figures

Figure 01 : Phénologie des Apoïdes basée sur la morphologie de la langue 5

Figure 02: Phénologie des Apoïdes basée sur la morphologie de la langue 6

Figure 03:Exemple d'une morphologie de l'abeille (Megachilidae) 7

Figure 04 : La pollinisation entomogame et le détail des pièces reproductrices des fleurs11

Figure05 :Carte géographique de la wilaya de Bouira14

Figure 06 :Températures—moyennes annuelles de la région de Bouira (2012-2022)15

Figure 07 : Précipitations moyennes annuelles de la région de Bouira (2012-2022)16

Figure 08: Diagramme ombrothermique de la région de bouira Année (2012-2022)19

Figure 08:Station Semmache 21

Figure 09:Situation géographique de la station de Semmach22

Figure 10:station Aguila 22

Figure 11 :Situation géographique de la station d'Aguilal 23

Figure 12 :Situation géographique de site de PND24

Figure 13: station de PND 24

Figure14 : pôle universitaire 25

Figure 15 :Situation géographique de la station de pôle.....25

Figure16 : Méthode active :a :capture à la main, b :filet entomologique 27

Figure 17 : méthode de filet entomologie 27

Figure17 : Dispositif expérimentale des pièges colorés dans la station pôle universtaire.....28

Figure 18: Dispositif expirimentale des piéges colorés dans la station de aguillale	28
Figure 19: Dispositif expirimentale des piéges colorés dans la station de semmache	28
Figure20: Hôtel des abeilles.....	29
Figure 21 : Conservation des abeilles.....	30
Figure22 : Répartition des individus par famille d'abeilles dans les quatre sites d'étude.....	35
Figure 23 : Distribution de pourcentage des espèces par famille d'abeilles dans les quatre sites d'étude	36
Figure 24 : Distribution du pourcentage du nombre des individus capturés par station	38
Figure 25 : Pourcentage des espèces par station	39
Figure 26 : Répartition des espèces, capturées par la méthode active, par familles dans les stations d'étude	40
Figure 27: pourcentage des espèces par famille et par méthode passive.....	41
Figure 28 : Pourcentage d'espèces capture par méthode direct	42
Figure29 : Pourcentage d'espèces capture par méthode direct	42
Figure 30 : Richesse mensuelle estime dans les quatre stations d'études pendant la période d'étude	45
Figure 31 : Abondance relative des familles d'Apoïdes collectés dans les quatre stations d'étude	46



Introduction

Introduction

La pollinisation est le transfert du pollen des organes mâles vers le pistil (organe femelle) permettant la fertilisation et la reproduction sexuée des plantes à fleur. Elle est principalement réalisée par deux processus : autopolinisation et allopollinisation (par le vent et les insectes). La pollinisation entomophile constitue une parfaite relation de mutualisme entre les insectes et les différents angiospermes (MICHENER, 1979). Parmi ces insectes pollinisateurs, les abeilles qui appartiennent à l'ordre des hyménoptères, constituent le groupe d'apoïdes les plus adaptés à butiner plusieurs espèces végétales cultivées et sauvages pour récolter le nectar et le pollen, sources de leur alimentation (VAISSIERE, 2005). De ce fait, les abeilles jouent un rôle crucial dans la sécurité alimentaire humaine en améliorant le rendement des cultures agricoles (KORICHI, 2020).

La plus grande partie des espèces d'abeilles (sauvages ou domestiques) ont parcouru de longues distances et occupent des milieux et des climats différents. Elles sont localisées pour la plupart selon MICHENER (2007) dans certaines régions chaudes et xériques notamment dans les climats méditerranéens.

Plusieurs auteurs à travers le monde ont étudié l'abeille, des travaux sont effectués en Amérique (MICHENER, 1944, 1979 et 2007; HUBER, 1993 ; CHAGNON, 2008), en Europe (JACOB-REMACLE, 1989 ; RASMONT, *al.*, 1995 ; PATINY, 1999 et PAULY, 2014), en Australie (ALMEIDA et *al.*, 2012) et au Sahara d'Afrique (PATINY et *al.*, 2008). Pourtant, ces insectes ont été pour longtemps mal connus, du moins dans les pays du Maghreb et particulièrement en Algérie.

Le peu de recherches entreprises ces dernières années en Algérie, sur l'état actuel de cette faune dévoilent l'existence d'une grande diversité de familles et des espèces d'abeilles les plus connues au monde. Ces travaux se résument à ceux de LOUADI (1999), BENACHOUR et *al.* (2007 et 2011) et LOUADI et *al.* (2008, 2012) dans la région de Constantine, ceux de BENDIFALLAH et *al.* (2010, 2012) dans les régions du Nord et Sud-Est de l'Algérie, OUAHAB (2015) dans la région de Tlemcen. Ceux d'AOUAR (2009), AOUAR et *al.* (2008, 2012), KORICHI (2020) et IKHLEF (2021) à Tizi-Ouzou.

Notre étude est une contribution à l'étude de la diversité des abeilles sauvages dans des milieux urbains et naturels dans la région de Bouira.



Chapitre I : *Généralités sur* *les Apoides*

I.1. Aperçu sur l'origine des abeilles

L'origine des abeilles remonte à 50 millions d'années, lorsque les plantes à fleurs sont apparues (MICHENER et GRIMALDI, 1988). Des travaux basés sur la biologie moléculaire ont montré que l'abeille a évolué à partir d'une guêpe solitaire. Certaines de ces guêpes ont changé leur régime alimentaire du carnivore au végétarien avec développement des pièces buccales capables de sucer du nectar ; également elles ont développées certaines adaptations morphologiques leur permettant de récolter le pollen des fleurs. Ainsi, les abeilles connues aujourd'hui font leur apparition (MICHENER, 1970).

L'abeille est un insecte appartenant à l'ordre des hyménoptères qui renferme plus de 100 000 espèces (BORCHERT, 1970 et PAYETTE, 1996). A cause de leurs structures distinctes de récolte de pollen et leurs habitudes, les abeilles sont classifiées dans leur propre superfamille "les Apoïdes" (Michener, 1964).

En fonction de leur mode de vie, les apoïdes se répartissent en trois groupes distincts (MICHENER, 1964):

- **Apoïdes sociaux** : ce groupe comprend les espèces vivant en communauté à savoir l'abeille domestique (*Apis mellifera*) et les bourdons (*Bombus sp.*). Ces espèces se distinguent par la présence de différentes castes dirigées par une femelle fondatrice qui est la reine responsable de la reproduction.
- **Apoïdes solitaires** : ce groupe représente 85% des espèces d'abeilles recensées qui occupent divers habitats. La femelle construit son propre nid pour y déposer les œufs et meurt avant l'éclosion de la génération suivante.
- **Apoïdes parasites** : appelées aussi « cleptoparasites ». Elles se distinguent par le fait qu'elles ne construisent pas leurs propres nids mais pondent leurs œufs dans les nids d'autres espèces d'abeilles. Ainsi, les larves des abeilles parasites se nourrissent des provisions de pollen et de nectar accumulés par l'abeille hôte.

I.2. Répartition biogéographique des Apoïdes

Les abeilles sont étroitement liées à la disponibilité des ressources alimentaires et des habitats appropriés. De plus, les barrières intercontinentales et les mouvements continentaux du Tertiaire ont également joué un rôle dans la répartition géographique des abeilles. Ces mouvements ont pu influencer la dispersion des espèces d'abeilles à travers les continents et contribuer à la diversification des populations au fil du temps (MICHENER, 2007).

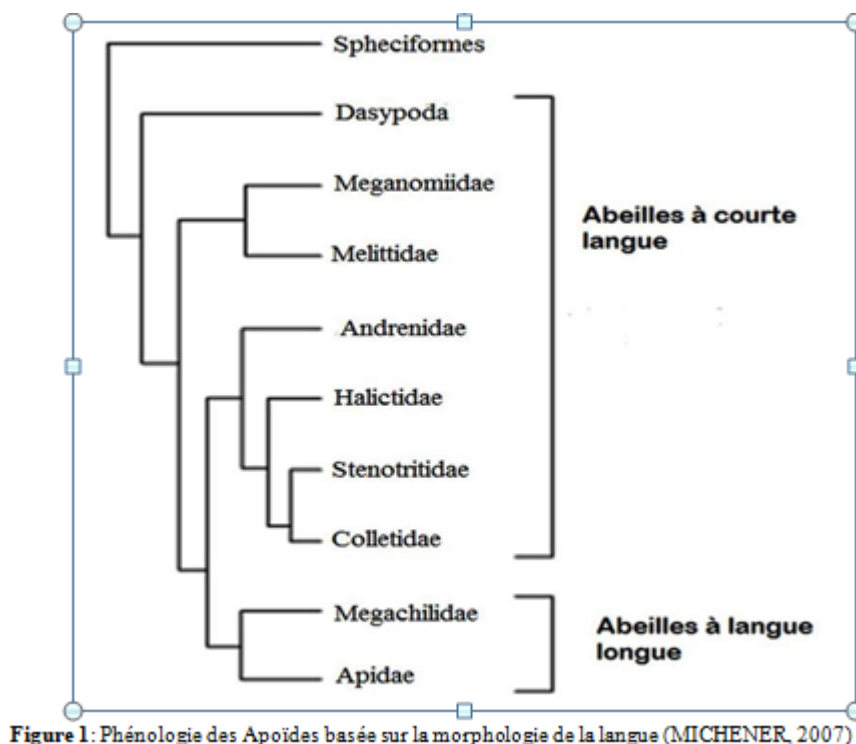
Selon GARIBALDI et al. (2018), la prépondérance des différents groupes taxonomiques

d'abeilles varie également selon l'habitat et le continent. Certains taxons de niveau supérieur sont géographiquement limités, tels que Stenotritidae et Euryglossinae, qui ne sont originaires que de l'Australie.

I.3. Systématique des Apoïdes

Les hyménoptères port-aiguillon ou aculéates comprennent deux grands groupes : les guêpes et les abeilles. Seules les abeilles récoltent le nectar et le pollen pour nourrir leurs larves et sont pour cette raison globalement désignées sous le nom de mellifères, ce qui correspond à la superfamille des Apoïdes. Ces apoïdes sont représentés par quelques 20 000 espèces dans le monde répertoriées sur 7 familles. Parmi ces familles, seules les Apidae ont une organisation sociale plus ou moins complexe, telle que les Apinae, les Bombinae et les Méliponinae. Les autres familles sont qualifiées d'abeilles solitaires (ASHMEAD, 1899).

La classification des Apoïdes a été conçue par plusieurs systématiciens selon les principaux critères morphologiques. Les anciens auteurs comme BERNARD (1951) classent les familles d'abeilles selon la forme de la langue ou glosse et l'emplacement de l'appareil de récolte (Fig. 01). D'autres auteurs prennent en considération également l'emplacement des nids.



I.4. Morphologie des abeilles

Les abeilles solitaires se distinguent par leur taille, leur forme corporelle et leur pilosité. Elles peuvent être densément poilues, comme les bourdons, ou avoir un corps presque dépourvu de poils. Leur coloration varie également, allant du noir ou brunâtre à des tons vifs tels que le jaune et le rouge.

Leur anatomie comprend une tête, un thorax et un abdomen, composé de six tergites, généralement avec une aire pygidiale à l'extrémité. Les femelles sont pourvues d'un aiguillon caudal (AOUAR-SADLI, 2009).

L'appareil buccal des abeilles solitaires est adapté à la récolte du nectar, avec des maxilles transformées en trompe pour lécher et aspirer le nectar, tandis que les mandibules sont utilisées dans la construction des nids (Fig. 02). Les antennes comportent généralement jusqu'à 13 articles, le premier article étant plus long et formant le funicule (AOUAR-SADLI, 2009).

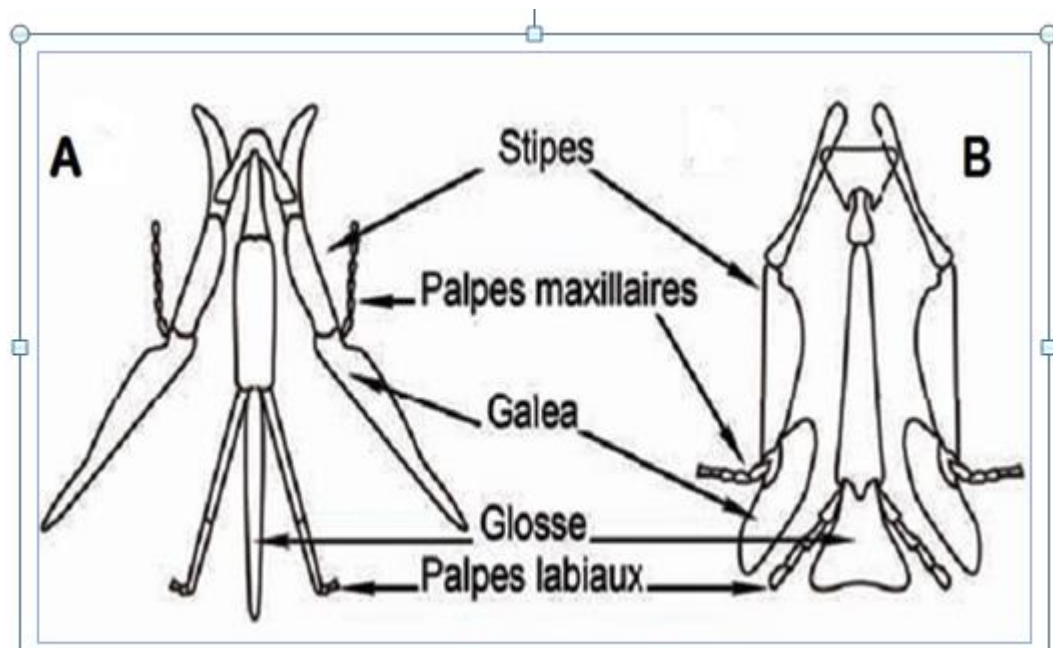


Figure 2: Phénologie des Apoïdes basée sur la morphologie de la langue (MICHENER, 2007)
(A : Abeille à langue longue, B : Abeille à langue courte)

Les nervures des ailes délimitent différentes cellules, avec parfois un stigma sur la marge de l'aile. Les tarse des pattes se terminent par des griffes. En outre, au niveau du basitarse, on trouve une ou deux épines, appelées éperons (AOUAR-SADLI, 2009).

Certaines familles d'abeilles solitaires comme Les Megachilidae (Fig.3), se caractérisent par la présence, sur la face inférieure de l'abdomen, d'une brosse ventrale destinée à récolter le pollen. Cette brosse est formée de rangées de poils raides, ce qui leur permet de retenir de grandes quantités de pollen (AOUAR-SADLI, 2009).

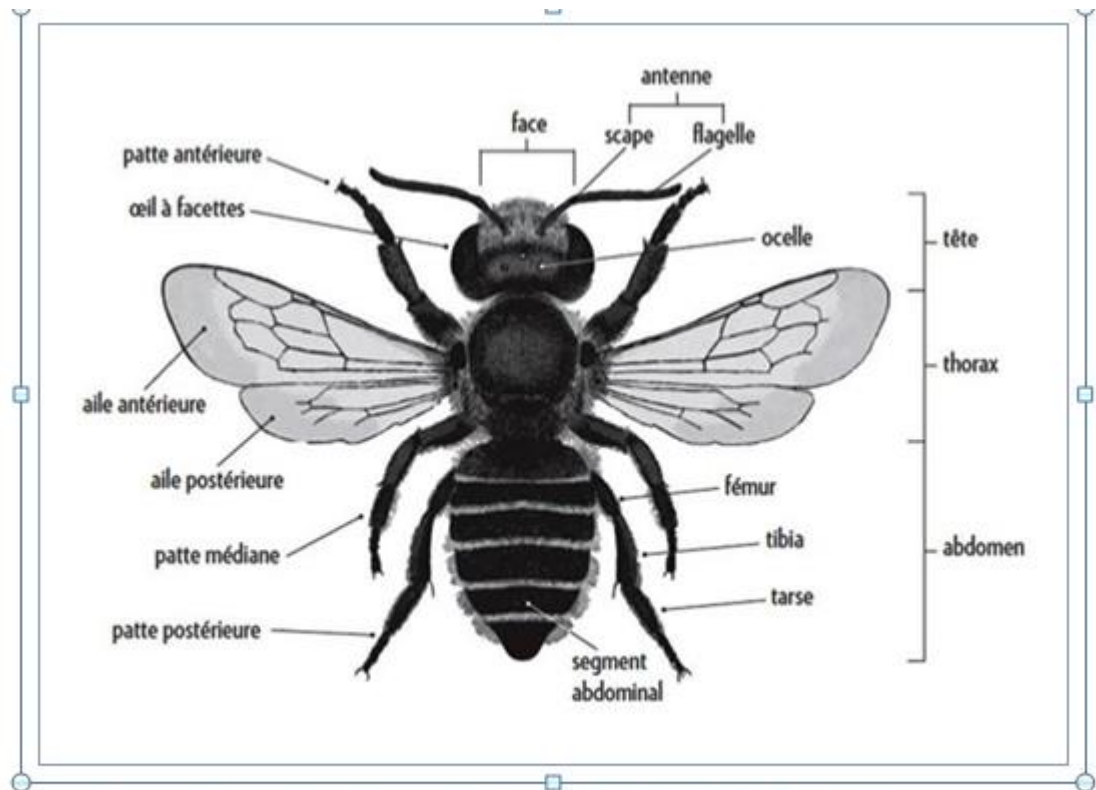


Figure 03: Exemple d'une morphologie de l'abeille (*Megachilidae*)
(VERECKEN et JACOBI, 2018)

I.5. Différentes familles des abeilles

Selon MICHENER (1944), la classification des abeilles comporte 7 familles :

I.5.1. Stenotritidae

Les Stenotritidae sont des abeilles à langue courte constituant la plus petite famille d'abeilles. Cette famille comprend 2 genres (*Stenotritus* et *Ctenocolletes*) et 21 espèces au total.

I.5.2. Colletidae

Les Colletidae sont de petites abeilles à langue courte, généralement noires, minces et peu velues. Elles transportent le pollen soit sur les poils de leurs pattes postérieures, soit dans leur jabot. Ces abeilles nichent dans le sol ou dans des cavités (BRISSON et *al.*, 1994). Elle se caractérise par une langue fourchue et une veine basale des ailes antérieures légèrement courbée (EADLEY et *al.*, 2010).

I.5.3. Halictidae

Les Halictidae sont des abeilles à langue courte, caractérisées par une glosse pointue et une veine basale des ailes antérieures généralement bien coudée (EADLEY et *al.*, 2010). La plupart des Halictidae sont noires ou de couleur sombre, mais certaines espèces, comme celles du genre *Gemmeus* et quelques espèces du genre *Euylaeus*, présentent une teinte verte métallique (BRISSON et *al.*, 1994).

I.5.3. Andrenidae

Les Andrenidae sont présentes sur tous les continents à l'exception de l'Australie et sont rares dans les régions tropicales asiatiques. Toutes les espèces d'Andrenidae nichent dans le sol, creusant leurs propres terriers et cellules, avec une courte série de cellules à l'extrémité de chaque terrier latéral. Une exception notable concerne certains Panurginae dont les cellules ne sont pas doublées (DANFORTH et *al.*, 2004 ; MICHENER, 2007 ; LIVORY et *al.*, 2013).

I.5.4. Megachilidae

En plus de la présence de brosses à pollen (scopa) situées sous l'abdomen, les Megachilidae se caractérisent par leur langue longue. Leurs nids sont construits dans le sol ou dans des cavités naturelles. Elles sont aussi connues sous le nom de "coupeuses de feuilles" (du fait que certaines espèces tapissent les cellules de leur nid par les feuilles). Comme elles peuvent également surnommées abeilles maçonnes, charpentières,...etc.(JACOB-REMACLE, 1990 ; AMIET et *al.*, 2004 ; VILLEMANT, 2005 ; EADLEY et *al.*, 2010).

I.5.5. Melittidae

Les Melittidae sont des abeilles à langue courte et pointue, avec une veine basale des ailes antérieures droite (EADLEY et *al.*, 2010). Elles présentent des caractéristiques propres aux abeilles à langue courte et à langue longue. Les Melittidae ont une distribution cosmopolite et sont divisées en trois sous-familles : Dasypodainae, Meganomiinae et Melittinae, regroupant 15 genres (MICHENER, 2007 ; MICHEZ, 2008 ; ENGEL et *al.*, 2020).

I.5.6. Apidae

Les Apidae sont des abeilles à langue longue et comprennent des abeilles sociales, solitaires, ainsi que des abeilles parasites ou coucous de plusieurs genres comme *Nomada* et *Thyreus* (VEREECKEN et al., 2008 ; VILLEMANT, 2001, 2005). Cette famille comporte en plus du genre *Apis*, qui renferme l'abeille domestique (*Apis mellifera*), le genre *Bombus* caractérisé par son mode de vie social proche d'une communauté (Lefevre et Pierre, 2001), et le genre *Xylocopa* inclut les plus grandes espèces d'abeilles. Les Apidae sont cosmopolites et divisées en trois sous-familles : Xylocopinae, Nomadinae et Apinae (Michener, 2007 ; Michez, 2008).

I.6. Mode de vie des abeilles

Les nids d'abeilles sont les lieux où leurs petits sont élevés. Ils sont généralement construits en partie par la mère ou, dans le cas des abeilles sociales, par les ouvrières. Les caractéristiques des nids, en particulier la disposition des cellules et le comportement des larves, regorgent des détails significatifs qui sont importants pour la survie des abeilles, ainsi que la compréhension des adaptations aux milieux et de la phylogénie (Michener, 2007).

Les environnements de nidification des Apoïdes sont très diversifiés : de nombreuses espèces sont terrestres, telles que les Andrenidae, les Melittidae, les Halictidae, certains Anthophoridae et les Colletidae (PESSON et LOUVEAUX, 1948). Les Megachilidae nichent dans le bois. Alors que, certains Anthophoridae et quelques Colletidae, utilisent généralement des souches, des tiges végétales ou du bois de charpente comme habitat (PESSON et LOUVEAUX, 1948). Selon TASEI (1984), les Mélépones, de petites abeilles tropicales de la sous-famille des Meliponinae, construisent leurs nids dans les creux des arbres, où elles érigent bâtissent des rayons d'alvéoles superposés horizontalement, similaires aux nids de frelons.

I.6.1. Nutrition

Tous les Apoïdes, qu'ils soient sociaux ou solitaires, collectent du pollen, du nectar, de la propolis ou de l'eau pour nourrir leur progéniture ou répondre aux besoins de la colonie. Les adultes consomment du nectar et du miel, tandis que les larves se nourrissent d'un mélange de pollen et de nectar. Selon leur diversité alimentaire, les abeilles sont classées en trois groupes (IKHLEF, 2021) :

- ✓ Les polylectiques, qui collectent le pollen sur un large éventail de plantes,
- ✓ Les oligolectiques, qui se concentrent sur un groupe restreint de plantes appartenant à une même famille,

- ✓ Les monolyctiques, qui ne se nourrissent que d'un seul genre ou d'une seule espèce florale.

I.6.2. Pollinisation

Les abeilles jouent un rôle bénéfique voire indispensable dans la pollinisation, qui est essentielle à la reproduction sexuée de la végétation naturelle ainsi que de nombreuses cultures cultivées. En effet, les abeilles collectent le pollen, principale source de protéines dans leur propre alimentation, et le transporte ainsi d'une fleur à une autre (MICHENER, 2007).

D'autre part, BRADBEAR (2010) estime que 80 % des plantes à fleurs sont entomophiles, c'est-à-dire qu'elles dépendent de la pollinisation par les insectes pour se reproduire, et il a été estimé que la moitié des pollinisateurs des plantes tropicales sont des abeilles. En effet, certaines espèces de plantes et d'abeilles ont établi une relation étroite qui est le fruit d'une co-évolution prolongée et intime. Au fil du temps, les plantes ont développé des caractéristiques spécifiques, telles que la couleur, l'odeur et la structure de leurs fleurs, pour attirer les abeilles et faciliter la pollinisation. En retour, les abeilles ont évolué pour être plus efficaces dans le transfert du pollen entre les fleurs de la même espèce de plante. Cette co-évolution a conduit à une relation symbiotique où les deux parties bénéficient de la présence et des actions de l'autre (BRADBEAR, 2010).

D'autre part, les périodes de vol des apoïdes sont généralement synchronisées avec la floraison des plantes dont ils se nourrissent (TASEI, 1984 et GARIBALDI *et al.*, 2018). Selon BRADBEAR (2010), les fleurs pollinisées par les abeilles ont tendance à s'ouvrir principalement pendant la journée. Elles peuvent présenter une variété de couleurs, mais sont rarement rouges. De plus, l'odeur des fleurs pollinisées pendant la journée est généralement moins intense que celle des fleurs pollinisées pendant la nuit. Les fleurs butinées par les abeilles sont souvent équipées de censeurs qui guident les abeilles vers le nectar, ainsi que d'endroits pour que les abeilles puissent se poser. Les abeilles sont particulièrement attirées par les fleurs blanches, bleues et jaunes (Fig 4).

En ce qui concerne l'activité de butinage, les différentes familles d'apoïdes présentent une adaptation variable des pièces buccales pour la récolte du nectar ainsi que des pattes ou d'autres parties du corps pour la récolte du pollen (PESSON et LOUVEAUX, 1984).

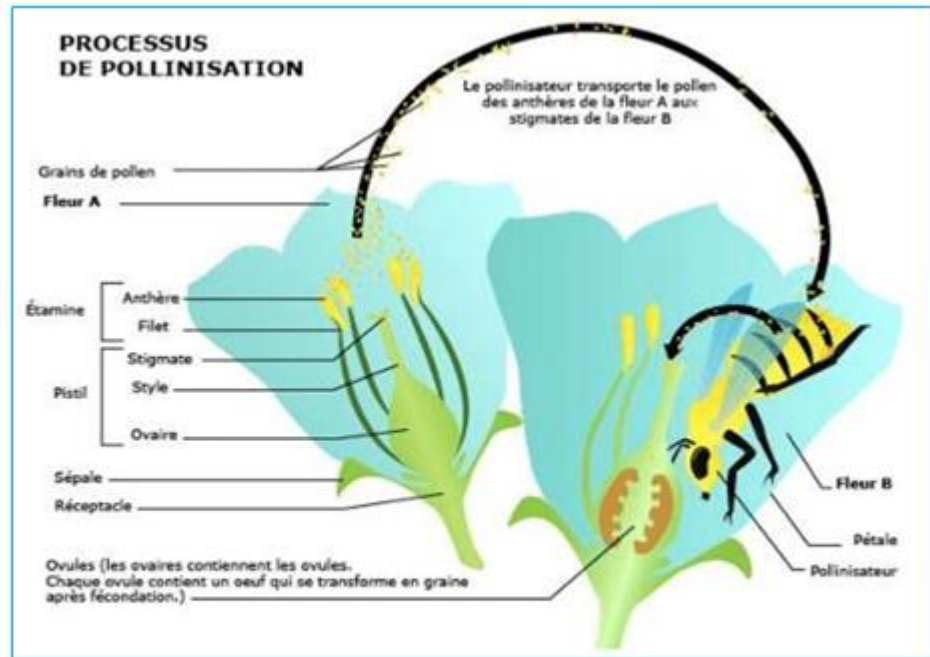


Figure 4 : La pollinisation entomogame et le détail des pièces reproductrices des fleurs (Ropars, 2020).

I.6.2.1. Facteurs influençant la pollinisation des abeilles

Les facteurs environnementaux tels que la lumière, la température, l'humidité et le vent ont une influence sur l'activité des pollinisateurs et donc sur la pollinisation. La lumière joue un rôle dans le cycle jour-nuit, ce qui influence l'activité des insectes pollinisateurs, certains étant diurnes tandis que d'autres sont nocturnes ou crépusculaires. La température, souvent liée à la lumière, a un effet saisonnier marqué et influence l'activité des pollinisateurs. Quant à l'humidité, elle affecte indirectement la pollinisation en influençant la concentration en sucre du nectar des fleurs. Enfin, le vent peut perturber le vol des pollinisateurs, tandis que la pluie empêche toute activité des abeilles (DIBOS, 2011).

I.6.2.2. Intérêt écologique et économique de la pollinisation des Apoïdes

Les déficits en pollinisation réduisent la croissance du rendement des cultures dépendantes des pollinisateurs. De plus, les pollinisateurs interviennent fortement dans la conservation et la stabilité des écosystèmes ainsi que la variation génétique des plantes et la diversité florale (BRADBEAR, 2010 ; GARIBALDI *et al*, 2018).



Chapitre II :
Présentation de la
région d'étude

II.1. Situation géographique de la région de Bouira

La wilaya de Bouira se situe dans la région centre au nord du pays, dont les coordonnées géographiques sont 36°22'29'' latitude Nord et 3°54'07'' longitude Est. Elle est située à 120 Km de la capitale Alger. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Tizi-Ouzou et Boumerdes, la wilaya de Bordj-Bou Arreridj et Bejaia à l'eEt, au sud par la wilaya de M'Sila et à l'Ouest par Médéa et Blida (Khaoumeri & Dahmani, 2016) (Fig.5).

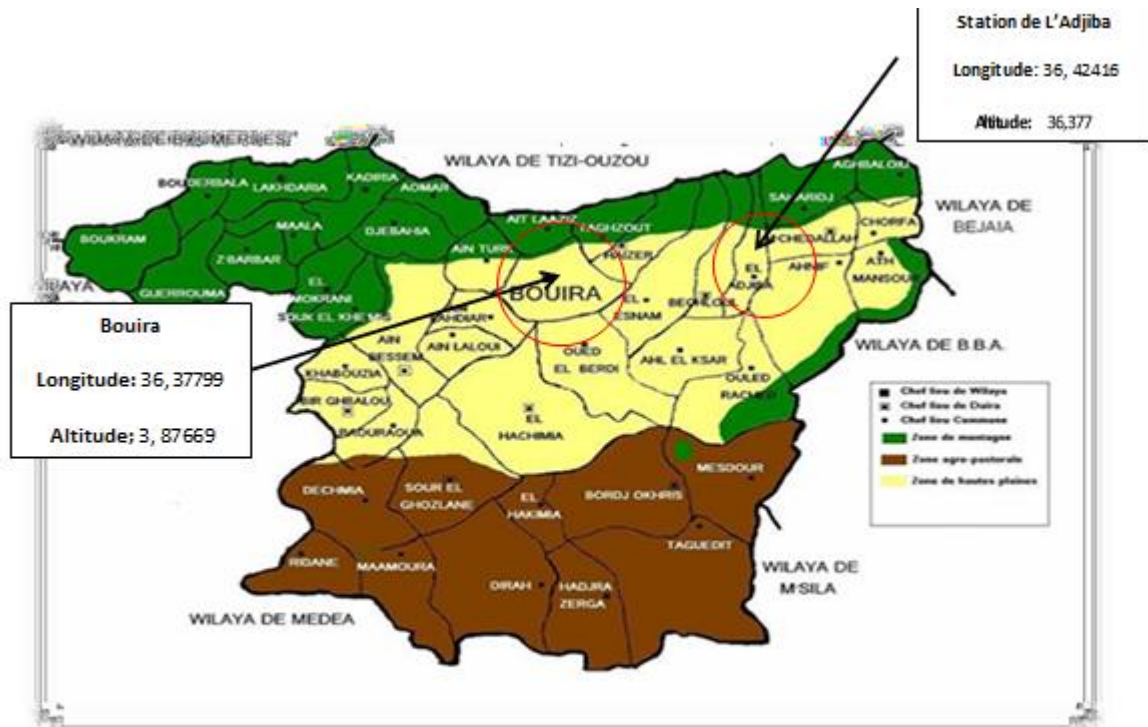


Figure05 : Carte géographique de la wilaya de Bouira(DPAT,2010).

II.2. Facteurs abiotiques de la région de Bouira

La performance des espèces en tant qu'agents de pollinisation est influencée par de nombreux facteurs biotiques et abiotiques (Dajoz, 1982).

II.2.1. Facteurs climatiques

II.2.1.1. Températures

D'après RAMADE (1984), la température joue un rôle essentiel en tant que facteur limitant, en régulant tous les phénomènes métaboliques et les répartitions potentielles des espèces dans l'écosystème. Dajoz (1974) indique que la température influence la vitesse de développement, le nombre annuel de générations et la fécondité chez les insectes.

Les moyennes des températures annuelles enregistrées dans la région de Bouira, depuis 2012 à 2022, sont représentées dans le graphe suivant :

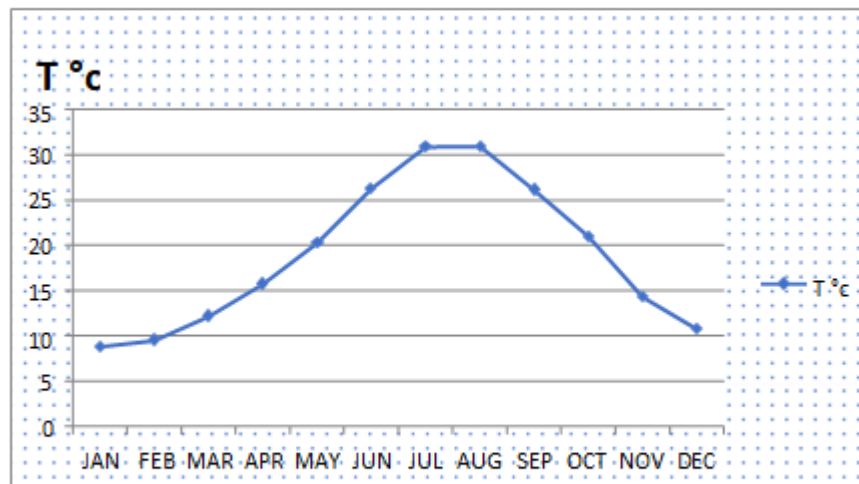


Figure 06 : Températures-moyennes annuelles de la région de Bouira (2012-2022).

D'après la figure, les températures moyennes les plus basses sont enregistrées en janvier et février avec respectivement 8.81°C et 9.50°C. A partir de mois de mars, les températures commencent à augmenter pour atteindre le maximum en juillet et août avec 30.88°C et 30.94°C respectivement. Il diminue à nouveau à partir de mois d'septembre, jusqu'à atteindre 10,75° C.

II.2.1.2. Précipitations

Selon RAMADE (1984), la pluviométrie joue un rôle vital dans le bon fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres. La faune est alors affectée négativement par les périodes de sécheresse prolongées (DAJOZ, 1996).

Les précipitations moyennes annuelles relevées dans la région de Bouira durant les années 2012 au 2022 sont rapportées dans la figure 07.

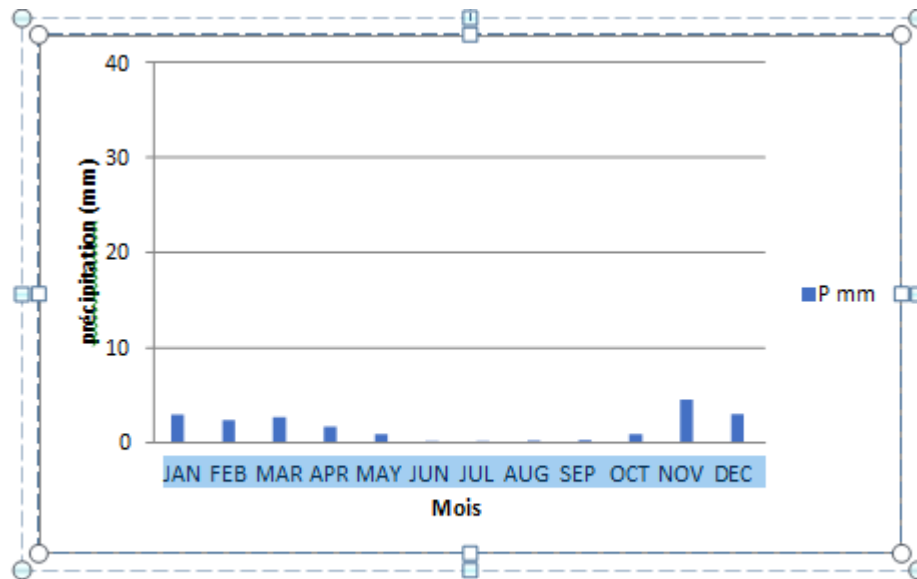


Figure 07 : Précipitations moyennes annuelles de la région de Bouira (2012-2022)

Il ressort de cette figure que la période (2012-2022) est une période relativement sèche. En effet, les précipitations moyennes annuelles enregistrées ne dépassant pas les 10mm. Cependant, le mois le plus pluvieux est le mois de novembre avec une moyenne de 4,37 mm. Le mois le plus sec est le mois de juillet avec une moyenne de précipitation de 0,02 mm.

II.2.1.3. Humidité de l'air

L'humidité constitue un facteur essentiel du climat qui interfère sur les organismes vivants et qui influence la longévité, la vitesse de développement, la fécondation et le comportement des espèces (Dajoz, 1985).

Les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air enregistrées dans la station d'étude pendant la période 2020-2023 est présentée dans le tableau 01.

Dans la région de bouira, la moyenne annuelle de l'humidité relative de l'air est de 62,10% pour l'année 2020. Elle atteint son niveau le plus élevé décembre (81,42 %) et son niveau le plus bas en juillet (41,08 %). La moyenne annuelle en 2021 s'élève à 64,61%. Son

niveau maximal se situe en novembre (H% = 84,55) et son niveau minimum est observé en juillet (H % = 39,03 %). En ce qui concerne l'année 2022, la moyenne d'humidité annuelle est de 62,67%. Son maximum se situe en février (H% = 77,87%) et son minimum est en mois d'août (H % = 42,54%). Enfin, pour l'année 2023, la moyenne annuelle est de 60,91. Elle est très élevée en janvier (H % = 78,43 %) et la moyenne la plus basse est enregistré en juillet (H % = 38,43 %) (Tab.01).

Tableau 01 : Humidité relative mensuelle de la région de Bouira durant la période 2020-2023 (station météorologique de la wilaya de bouira.)

Mois Année	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne
2020	77,1	68,22	71,16	70,83	55,42	46,56	41,08	41,63	60,71	61,46	69,68	81,42	62,10
2021	81,6	71,34	70,95	66,13	60,22	54,76	39,03	40,42	58,45	66,05	84,55	81,6	64,61
2022	77,86	77,87	77,8	74,78	64,01	48,61	44,44	42,54	52,01	55,62	67,75	68,85	62,67
2023	78,43	73,67	66,1	55,01	65,62	59,42	38,43	42,67	55,35	51,85	68,6	75,88	60,91

II.2.1.4. Vent

Le vent est un facteur qui affecte le développement des végétaux notamment lorsqu'il souffle au moment de la floraison (BENISTON, 1984). Il intervient sur le comportement des abeilles en réduisant leur activité de butinage (Dajoz, 1985). Si le vent n'est trop fort ni trop froid, la plupart des abeilles continuent à voler ; par temps ensoleillé l'abeille solitaire *Andrena erytronii* est active même pendant les journées où le vent est fort et la température est élevée (BENISTON, 1984).

Les valeurs de la vitesse du vent (m/s) dans la région de Bouira couvrant la période de 2020-2023 sont illustrées dans le tableau 02.

Tableau 02: Valeurs de la vitesse du vent (m/s) dans la région de Bouira couvrant la période de 2020-2023 (station météorologique de la wilaya de bouira).

Mois Année	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne
2020	4,21	3,79	5,34	4,85	4,43	4,12	4,13	4,04	4,02	4,53	5,08	6,27	4,57
2021	5,89	6,04	4,09	4,57	4,09	4,04	3,88	4,21	4,31	3,96	6,04	5,72	4,73
2022	4,56	4,33	5,63	4,86	4,33	3,47	3,69	3,74	4,38	4,37	5,65	5,89	4,57
2023	4,81	4,65	4,65	4,29	4,15	4,19	4,26	3,87	4,37	4,89	5,42	4,81	4,53

Les vents qui frappent la région de Bouira sont de niveau moyen à faible, avec une vitesse moyenne annulée de 4,57m/s en 2020. Son maximum se situe en décembre avec une vitesse de 6,27m/s et son minimum est en février avec une vitesse de 3,79m/s. En 2021, la vitesse annuelle moyenne est de 4,73 m/s. Son maximum se situe en février et novembre avec une vitesse de 6,04m/s, tandis que son minimum se situe en mois de juin avec une vitesse de 4,04m/s. En 2022, la vitesse moyenne du vent est de 4,57m/s. Son maximum est atteint en décembre avec une vitesse de 5,89 m/s, tandis que son minimum est de 3,47 m/s en mois de juin. En 2023, la vitesse du vent a diminué de 4,53m/s. La valeur la plus élevée est observée en novembre avec 5,42 m/s, tandis que la valeur la plus faible est observée en août avec 3,87m/s.

II.3. Synthèse climatique

Les divers éléments du climat ne sont pas interdépendants les uns des autres. Afin de prendre en considération cela, différents indices ont été suggérés, parmi lesquels les plus utilisés sont la température et la pluviosité (LEBRETON, 1978 et DAJOZ, 1996).

II.3.1. Diagramme ombrothermique de Gausson des régions d'étude

Le diagramme **ombrothermique** utilise les informations climatiques impliquant les précipitations et les températures. Selon Bagnouls et Gausson (1953), la sécheresse se produit lorsque, pour un mois donné, le montant total des précipitations P (décrit en millimètres) est inférieur au double de la température T (décrite en degrés Celsius).

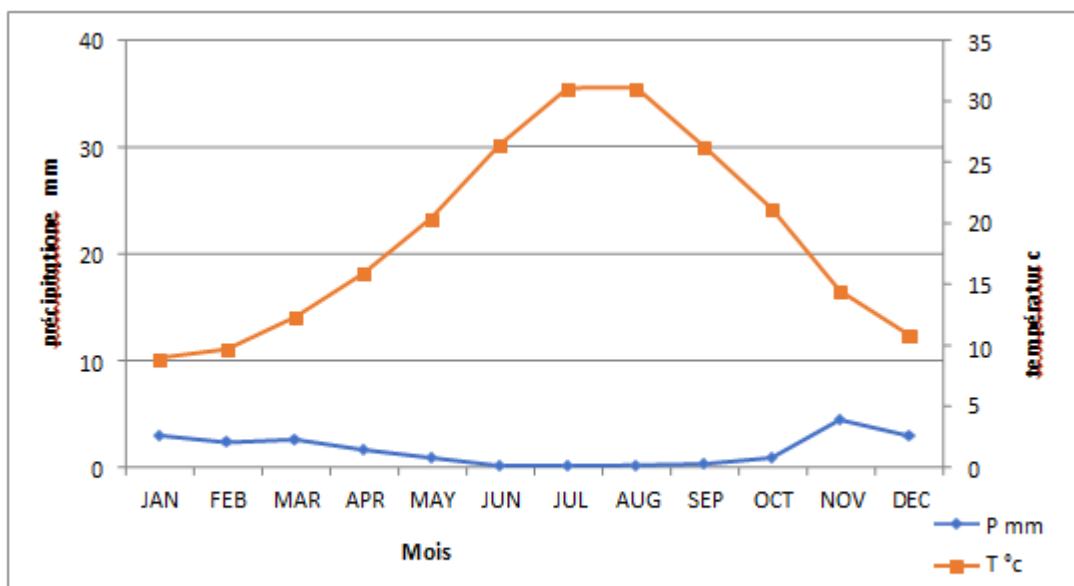


Figure 08: Diagramme ombrothermique de la région de Bouira Année (2012-2022)

Le diagramme ombrothermique de la région de Bouira durant la période de (2012-2022) montre l'existence d'une période sèche qui s'étale sur toute l'année.

II.3.2. Facteurs biotiques de la région d'étude

Les facteurs biotiques désignent tous les organismes vivants, qu'ils soient végétaux ou animaux, qui peuvent modifier ou provoquer des modifications dans l'environnement grâce à leur présence ou à leur action (FAURIE *et al.*, 1980). La région de Bouira est caractérisée par une diversité de couvert végétal qui est en relation avec la diversité de relief.

Au sud la végétation de la région de Bouira est steppique. Dans sa partie du Nord-Est vers le Nord-Ouest, elle est couverte de forêts, avec une dominante du pin d'Alep, du chêne-liège et du cèdre vers (BOETTGENBACH, 1993 ; SAYAH, 1996).

On trouve également des zones céréalières, maraichères et fruitières à l'ouest. Selon BOETTGENBACH (1993), les oliveraies sont présentes sur toutes les hauteurs du Nord.

Les recherches sur la faune de la région de Bouira ont été très limitées, y compris celles de SAYAH (1996) qui a signalé la présence des espèces endémiques protégées telles que le singe magot *Macaca sylvanus*, la citelle kabyle (*Sittale danti* Vielliard, 1976), et des rapaces tels que le faucon crécerelle (*Falco tinnunculus* Linnaeus, 1758),



Chapitre III : *Matériel et méthodes*

III.1. Choix et description des stations d'étude

Afin d'étudier la biodiversité des Apoïdes dans la région de Bouira, quatre sites sont sélectionnés: d'Aguillale et Semmache qui sont des sites agricoles et cultivées, ainsi que le pôle universitaire (milieu urbain) et la forêt d'Erriche (Direction de PND).

Plusieurs critères sont pris en considération dans le choix des stations d'étude comme :

- L'accessibilité des terrains.
- La richesse floristique des parcelles.
- Etablir une comparaison entre le milieu urbain et le milieu nature

III.1. 1. Site de Semmache

Cette parcelle se trouve dans la commune d'al-Adjiba ($36^{\circ}20'43.58''N$, à une altitude de 466 mètres) à proximité de la ville de Bouira (Fig09 et 10). Il s'agit d'une zone agricole qui se distingue par une grande variété de végétation :

-cultures maraîchères : poivre, pomme de terre, oignon.

-cultures céréalières : blé dur, Mais.

-forêts : chêne liège, sapin.

-cultures arboricoles : pêche, abricot).

- Et des plantes spontanées telles que: les marguerites (*Leucanthemum vulgare*), les coquelicots (*Papaver rhoeas*), (*Russelia equisetiformis* (plante corail)



Figure 09: Station Semmache (Original,2024)

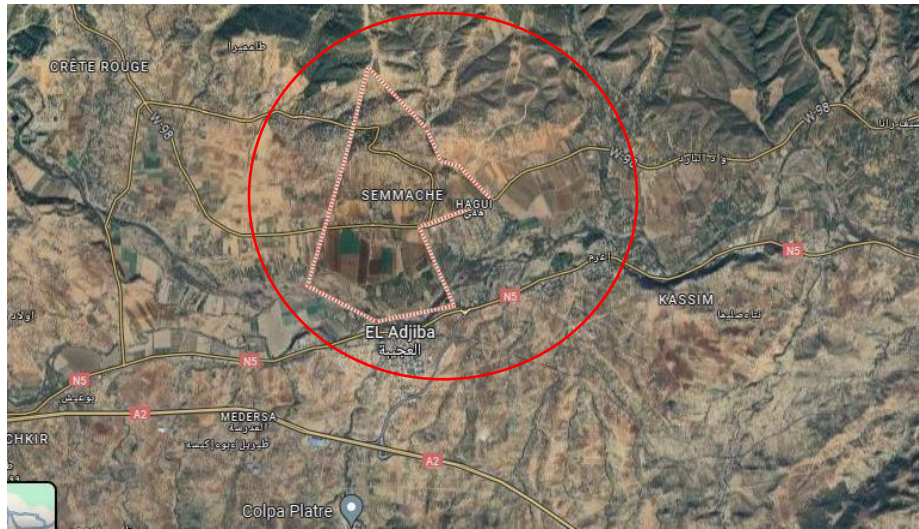


Figure 10: Situation géographique de la station de Semmache (Google maps 2024).

III.1.2. Site Aguillale

Située dans la commune d'Al-Adjiba, avec les coordonnées $36^{\circ}24'22.86''N$ et une altitude de 772 mètres (Figure 11 et 12). Elle est caractérisée par des étendues d'arbres forestiers et de plantes spontanées.



Figure 11: station Aguillal (Original).



Figure 12 : Situation géographique de la station d'Aguilal (Google Maps, 2024).

III.1.3. Site PND (Parc national de Djurdjura)

La direction de parc national de Djurdjura est situé dans le Canton d'Errich qui est originaire de la forêt dominante de la wilaya de Bouira (Figure 13,14).

La topographie du canton d'Errich est favorable, avec un relief peu accidenté dont la pente maximale est de 12% et une altitude moyenne de 600 mètres (OUSSAF (2017).

La végétation est diversifiée : Pin d'Alep, chêne liège, chêne vert, cyprès vert, mimosa, caroubier, faux-poivrier, peuplier, murier, oléastre, cognassier, olivier, genêt, cyste, romarin ,jasmin ,sauge...etc.

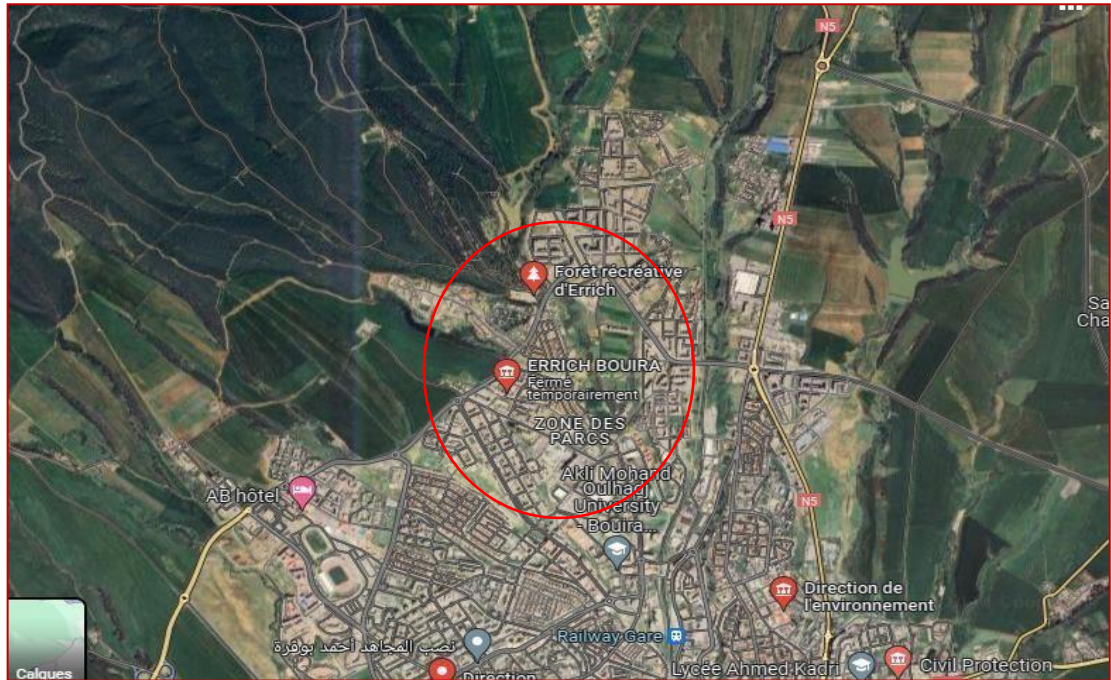


Figure 13 : Situation géographique de site de PND (google maps 2024).



Figure 14: station de PND. (originale.)

III.1.4. Pôle universitaire de Bouira

Le pôle universitaire est situé au centre de la ville de Bouira ayant les coordonnées suivantes : 36,37856ou36,22'43''Nord, altitude 600m.

L'échantillonnage des abeilles a été effectué sur un terrain laissé en friche, avec une végétation spontanée.



Figure15 : pôle universitaire (original)



Figure 16: Situation géographique de la station de pôle (google maps 2024).

III.2. Méthodologie de travail

III.2.1. Méthodes utilisées sur terrain

Afin de recenser les espèces d'Apoïdes dans les quatre sites sélectionnés et de mesurer la relation entre faune et flore, la méthode employée consiste à capturer les abeilles sauvages dans leur habitat naturel pendant les périodes de vol. Les sorties sont effectuées de manière aussi régulière que possible, avec une sortie hebdomadaire pour chaque site. La collecte des abeilles a débuté en mars jusqu'au mois de mai 2024. Chaque visite a duré environ deux heures de 11h à 13h.

Les plantes spontanées butinées par les abeilles sont également collectées pour une éventuelle identification.

Pour pouvoir capturer le maximum d'abeilles solitaires, nous avons adopté deux méthodes d'échantillonnage

III.2. 2. Méthode active

La méthode la plus couramment employée est la capture à la main, qui consiste à capturer les abeilles en utilisant une boîte en plastique contenant un coton imbibé de formol afin de les asphyxier (Figure 17). Selon SIITONEN et MARTIKAINEN (1994), cette approche permet de collecter rapidement de nombreux insectes et d'identifier uniquement la faune à étudier. Les échantillons collectés conservent leurs cratères, tels que la coloration

La capture à l'aide d'une boîte en plastique est complétée par l'utilisation de filet entomologique pour capturer les grandes abeilles à vol rapide. Il est fabriqué de manière

manuelle, avec un manche d'environ 6cm de long et un cadre circulaire de 30 cm de diamètre sur lequel est attaché une poche en tulle (Fig :17). Les insectes capturés sont placés immédiatement dans des boîtes.

Le filet entomologique est une méthode économique, sa technique de manipulation est simple et facilite la capture des insectes, qu'ils soient au vol ou déposés sur la fleur (BENKHELIL, 1991).



a : capture à la main, b : filet entomologique

III.2.3. Méthode indirecte ou Méthode de piégeage attractif

Des récipients en plastiques de couleur jaune sont utilisés pour piéger les abeilles. Ces pièges sont remplis à 3/4 d'eau mélangée avec quelques gouttes de détergent (liquide de vaisselle sans odeur) et suspendus sur les troncs d'arbres à une hauteur de 3 à 4 mètres, et une distance de 1-2 mètres entre chaque récipients (Fig 18). Les spécimens prélevés sont placés dans des flacons étiquetés avec la date et le nom du site.

Au laboratoire, les spécimens prélevés sont lavés et séchés afin de les identifier.



Figure19: Dispositif expérimental des pièges colorés dans la station
pôle universitaire



Figure 20: Dispositif expérimental des pièges colorés dans la station d'aguillale



Figure 21: Dispositif expérimental des pièges colorés dans la station de semmache

III.2. Hôtel des abeilles

La ruche est construite en bois, elle mesure 60 centimètres de longueur et 40 centimètres de largeur. Diverses matières naturelles ont été ajoutées, comme des morceaux de bois, des tiges creuses, des briques, du foin., ce qui offre des options confortables pour l'installation et la reproduction des abeilles et d'autres insectes (Figure 22)



Figure22: Hôtel des abeilles (originale,2024)

III.3. Méthodes utilisées au laboratoire

III.3.1. Conservation des échantillons

Les abeilles capturées au filet entomologique et celles de capture à la boîte sont fixées sur une plaque de polystyrène. Chaque abeille est épinglée à l'aide d'une aiguille fine, les pattes et les pièces buccales et les deux paires d'ailes sont bien étalées pour que toutes les parties du corps soient visible au moment de l'identification. Les abeilles sont alors laissées sécher à l'air libre pendant quelques jours. Chaque abeille est accompagnée d'une étiquette indiquant la date de capture, le lieu et la plante butinée.

Pour les spécimens piégés dans les récipients, ils sont placés dans du papier absorbant, laisser quelques minutes pour absorber l'excès d'eau. Par la suite, les abeilles sont épinglées et conservées (Figure 23)



Figure 23 : Conservation des abeilles (original,2024)

III.3.2. Identification des Apoïdes

On procède à l'identification en utilisant une loupe binoculaire optica ou un stéréomicroscope avec un grossissement d'au moins 50 fois, en utilisant diverses clés distinctes. L'identification a été réalisée par IKHLEF HASSINA Docteur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

III.4. Flore butinée

La flore butinée par les abeilles est collectée en même temps que les abeilles dans les quatre stations d'étude. Les plantes recueillies sont étalées pour séchage et conservation afin de dresser une liste de référence de la flore. Elles sont identifiées par SAYAH AMINA, enseignante-chercheur à l'université de Bouira

III.5. Exploitation des résultats

Les résultats obtenus lors de cette étude sont principalement exploités par la qualité de l'échantillonnage et les indices écologiques de composition et de structure.

III.5.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité de l'échantillonnage est le rapport du nombre des espèces vues une seule fois au nombre total de relevés. Plus le rapport a/N est petit, plus la qualité d'échantillonnage est grande. Celle-ci est donnée par la formule suivante (BLONDEL, 1979) :

$$Q = a/N$$

Q : Qualité de l'échantillonnage.

a : Nombre des espèces vues une seule fois avec un seul exemplaire au cours de tous les relevés.

N : Nombre total de relevés ou bien le nombre de sorties réalisées pour échantillonner.

III.3.2. Indices écologiques de composition

III.6.2.1. La richesse totale (S)

L'ensemble de la richesse d'un peuplement correspond au nombre total d'espèces (S) observées dans la zone d'étude. Selon RAMADE (1984), la richesse totale d'une biocénose inclut l'ensemble des espèces qui la composent.

III.6.2.2. La richesse moyenne (S_m)

C'est le rapport entre le nombre total d'espèces recensées lors de chaque relevé sur le nombre total de relevés réalisés. C'est le nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon (RAMADE, 2009). La richesse spécifique moyenne (S_m) est utile dans l'étude de la structure des peuplements.

$$S_m = \sum S / N$$

$\sum S$: somme des richesses totales obtenues à chaque relevé

N : Nombre totale de relevé.

III.3.2. L'abondance relative (A.R%)

D'après ALIOUA (2012), l'abondance relative d'une espèce est le pourcentage du nombre d'individus d'une espèce prise considérablement par rapport au nombre total d'individus des peuplements. La valeur de l'abondance relative est donnée en pourcentage par la formule suivante:

$$AR = \frac{ni}{N} \times 100$$

Avec :

ni : nombre d'individus d'une espèce.

N : nombre total d'individus capturés |

III.3.2. L'abondance relative (A.R%)

D'après ALIOUA (2012), l'abondance relative d'une espèce est le pourcentage du nombre d'individus d'une espèce prise considérablement par rapport au nombre total d'individus des peuplements. La valeur de l'abondance relative est donnée en pourcentage par la formule suivante:

$$AR = \frac{ni}{N} \times 100$$

Avec :

ni : nombre d'individus d'une espèce.

N : nombre total d'individus capturés

III.3.2. Constance des espèces ou Fréquences d'occurrence

La Fréquences d'occurrence ou la constance est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce i par rapport au nombre total de relevés (DAJOZ, 1975). Selon FAURIE et al. (2003), elle est calculée par la formule suivante :

$$Fo\% = \frac{(Pi \times 100)}{P}$$

$Fo\%$: Fréquence d'occurrence

Pi : Quantité de relevés qui incluent l'espace étudié.

P : Total des relevés réalisés.

En fonction de la valeur de $Fo\%$, on distingue les catégories suivantes :

- Espèces Omniprésentes si $F.O. = 100\%$;
- Espèces Constantes si $75\% \leq F.O. < 100\%$;
- Espèces Régulières si $50\% \leq F.O. < 75\%$;
- Espèces Accessoires si $25\% \leq F.O. < 50\%$;

III.3.2. Indices écologiques de structure

III.3.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

D'après PEET (1974), cet indice est utilisé pour évaluer la biodiversité et son hétérogénéité dans un environnement d'étude. Il est exprimé en bits et la formule qui exprime cet indice est fournie par RAMADE (1984) : $H' \text{ (bits)} = -\sum (ni / N) \text{ Log}_2 (ni / N)$

ni : représente le nombre d'individus de l'espèce i ,

N : représente le nombre total d'individus de toutes les espèces trouvées confondues.

Selon BLONDEL et *al.* (1975), cet indice est perçu comme le meilleur moyen de traduire la diversité.

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.3.2.2. Diversité maximale (H'_{max})

Selon BLONDEL (1979) et PONEL (1983), la diversité maximale est calculée selon la formule suivante: $H'_{max} = \text{Log}_2 S$

Avec : H'_{max} : la diversité maximale.

S : la richesse totale.

Le calcul de H'_{max} permet d'avoir accès à l'équitabilité.

III.3.2.3. Equitabilité (E)

C'est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale (BLONDEL, 1979). Il est calculé par la formule suivante : $E = H' / H'_{max}$

Avec : E : Equitabilité

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver

H'_{max} : Diversité maximale

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand les effectifs des espèces présentes sont en déséquilibre entre eux. Dans ce cas une ou deux espèces dominent tout le peuplement par leurs effectifs. Elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces sont représentées par des effectifs très voisins. Cela signifie que les effectifs des espèces capturées ont tendance à être en équilibre entre eux.



Chapitre IV : *Résultats et discussion*

L'échantillonnage des apoïdes dans les quatre sites d'études a été réalisé durant la période allant de Mois de Mars jusqu'au mois de Mai 2024. L'ensemble des abeilles sauvages capturées avec l'utilisation de trois méthodes : capture à la main, filet entomologique et pièges colorées, sont rapportés dans le tableau 03.

Tableau 03 : Liste des Apoïdes capturés dans les quatre sites d'étude.

Famille	Genre	Espèces	Nb d'individu
Apidae	Eucera	<i>Eucera numida</i>	2
		<i>Eucera notata</i>	2
		<i>Eucera sp.</i>	4
	<i>Bombus</i>	<i>Bombus terrestris</i>	5
	<i>Xilacopa</i>	<i>Xilacopa sp.</i>	1
Andrinidae	<i>Andrena</i>	<i>Andrena sp.</i>	2
	<i>Panurgus</i>	<i>Panurgus pici</i>	14
Megachilidae	<i>Osmia</i>	<i>Osmia sp.1</i>	5
		<i>Osmia cavatula</i>	2
Halictidae	<i>Halictus</i>	<i>Halictus scabiorae</i>	1
		<i>Halictus sp.</i>	2
	<i>Lasioglossum</i>	<i>Lasioglossum sp.</i>	1
Colletidae	<i>Hylaeus</i>	<i>Hylaeus sp.</i>	1
	<i>Colicodome</i>	<i>Colicodome hylaeus</i>	43
Nombre total des individus capturés			85

D'après les résultats obtenus, un total de 85 individus sont identifiées et repartis en 5 familles d'apoïdes qui sont : Apidae, Andrinidae, Megachilidae, halictidae et Colletidae et 10 genres.

La répartition des individus par familles d'abeilles dans les quatre sites d'étude est illustrée par la figure 29.

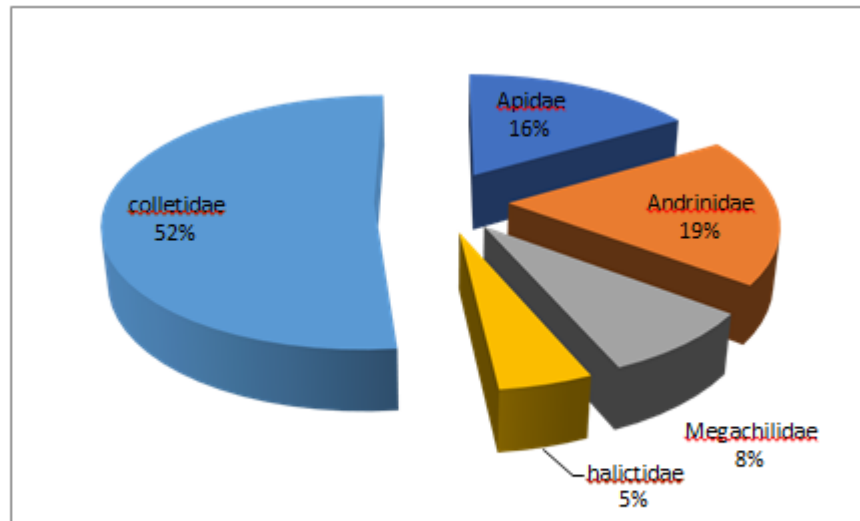


Figure24: Répartition des individus par famille d'abeilles dans les quatre sites d'étude

La famille la plus représentative dans notre inventaire est celle des colletidae avec 44 individus soit 52% de l'effectif total, suivie par les la famille des Andrinidae et les Apidae avec un taux de 19% et 16% respectivement. Alors que, les familles des Megachilidae et des Halictidae sont faiblement présentes avec respectivement 7 et 4 individus soit 8 % et 5% de l'ensemble des familles capturées

La distribution du nombre d'espèce par famille est montrée par la figure30.

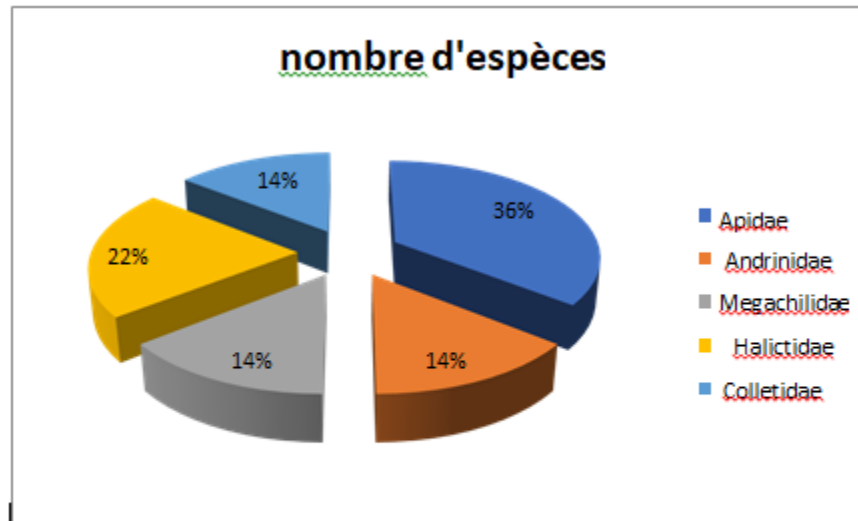


Figure 25 : Distribution de pourcentage des espèces par famille d'abeilles dans les quatre sites d'étude.

D'après la figure 30, la famille des *Apidae* est la plus diversifiée, avec 5 espèces, elle représente 36% des espèces rencontrées. La deuxième famille est celle des *Halictidae* avec 3 espèces dénombrées qui est l'équivalent à 22% du total des espèces inventoriées. Alors que, les *Andrinidae*, les *Megachilidae* et les *Colletidae* sont représentées avec 2 espèces pour chaque famille, soit 14% du total des espèces.

En outre, les espèces les plus abondantes de l'inventaire par l'utilisation des différentes méthodes d'échantillonnage durant la période d'étude sont : Les *Colicodome Hylaeus* de la famille des *Colletidae* avec 43 individus et *Panurgus pici* appartenant à la famille des *Andrinidae* avec 14 individus. Tandis que les autres espèces capturées (*Osmia sp.*, *Eucera sp.*, *Eucera numida*, *Eucera notata*, *Andrena sp.*, *Osmia careulescens*, *Halictus sp.*, *Xylocopa sp.*, *Halictus scabioscens* et *hylaeus sp.*) sont représentées avec peu d'individu

IV.3. Répartition des apoïdes dans les stations d'étude

La distribution des individus capturés par station diffère d'une localité à une autre (Tab 4et Fig 26).Elle est probablement liée à la nature du milieu et le couvert végétale, le climat (BENDIAFALLAH ET *al*, 2010, OSGOOD, 1974 et LOUADI & DOUMANDI, 1998)

Tableau 04 : Répartition du nombre d'individus et d'espèces dans les 4 stations d'étude.

Espèces	PND	Pôle universitaire	Seumache	Aguillale
<i>Eucera numida</i>	–	–	2	–
<i>Eucera sp</i>	–	2	–	–
<i>Eucera natata</i>	–	2	–	–
<i>Bombus terrestris</i>	–	2	2	1
<i>Xylocopa sp</i>	–	–	–	1
<i>Andrena sp</i>	3	–	–	–
<i>Panurgus pici</i>	–	5	5	4
<i>Osmia sp 1</i>	1	4	–	–
<i>Osmia careulescens</i>	2	–	–	–
<i>Halictus scabiosae</i>	–	1	–	–
<i>Halictus sp</i>	–	3	–	–
<i>Lasioglossum sp</i>	–	1	–	–
<i>Hylaenus sp</i>	–	2	–	–
<i>Colicadome</i>	12	19	6	5
<i>Hylaenus</i>				
	18	41	15	11

IV.4. Répartition du nombre d'individus par station

La répartition du nombre d'individus par station est représentée sur la figure 31.

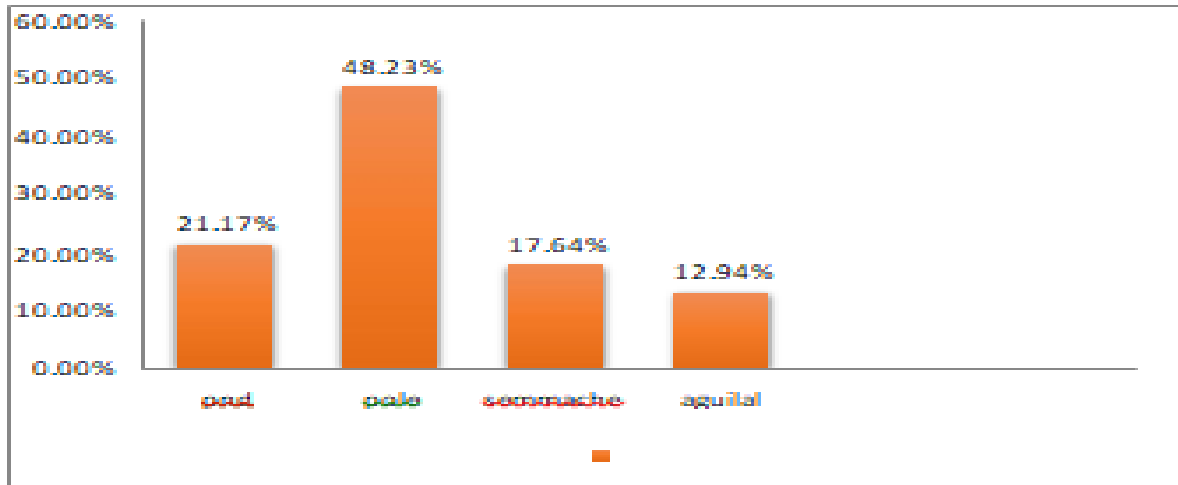


Figure 26 : Distribution du pourcentage du nombre des individus capturés par station

D'après cette figure, nous constatons que la station la plus abondante en effectif est celle de pôle universitaire, avec 41 individus correspondant à 48.23% de total des abeilles inventoriées dans les 4 sites d'étude. Elle se diminue à 21,17%, 17,64% et 12,94% d'individus. au niveau de pnd et semmache et Aguila.

IV. Répartition du nombre d'espèces par station

La répartition du nombre d'espèces par station est représentée sur la figure 32

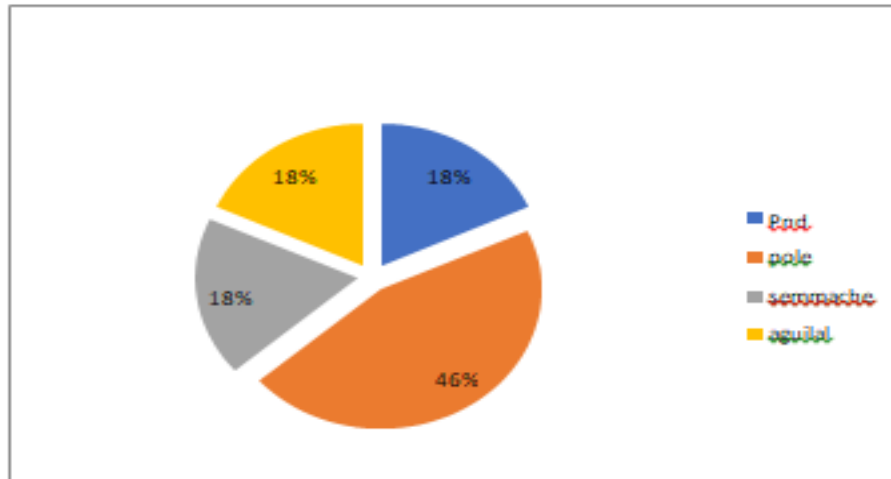


Figure 27 : Pourcentage des espèces par station

D'après cette figure, nous constatons que la station la plus abondante en effectif est celle de pôle universitaire, avec 46% de total des espèces inventoriées dans les 4 sites d'étude. et de 18% de l'effectif total. au pnd, semmache et Aguila

IV.5. Répartition de nombre d'abeilles capturée par méthode d'échantillonnage et par individus.

Au cours de la réalisation de notre échantillonnage nous avons utilisé deux méthodes active (capture à la main et filet entomologie) et une méthode passive (piégeages colorés). Les résultats des captures sont portés dans le tableau 04. Nous constatons qu'avec la méthode active nous avons capturé plus d'individus (63) par rapport à la méthode passive avec laquelle on a piégé que 22 individus.

IV.6. Pourcentage des espèces par familles et par méthode d'échantillonnage

IV.6.1. Méthode active

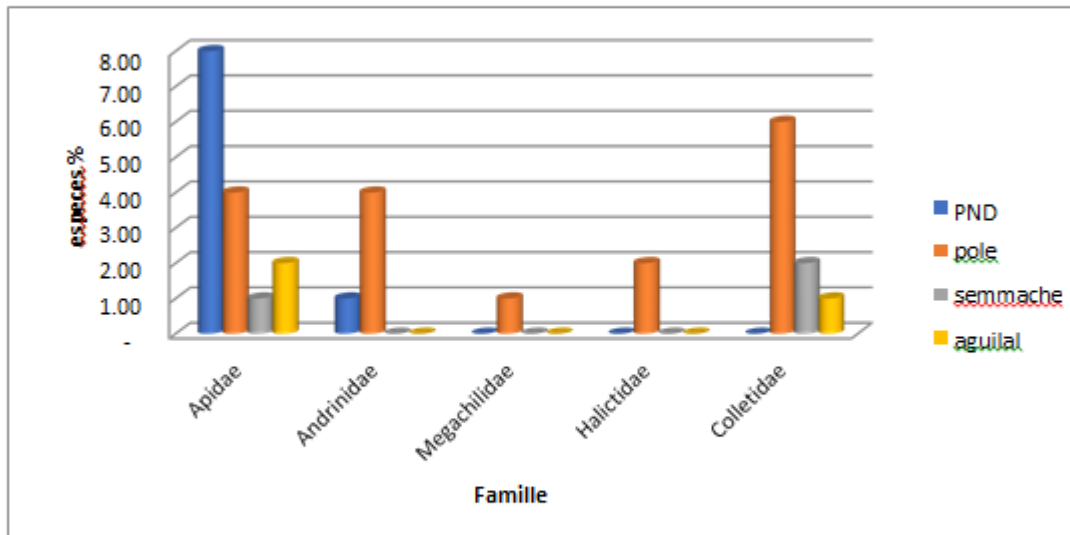


Figure 28 : Répartition des espèces, capturées par la méthode active, par familles dant les stations d'étude

Nous constatons qu'au niveau du PND, nous avons capturé plus d'espèces (8%) appartenant à la famille des Apidae par rapport aux autres stations. Alors que les autres familles, les Colletidae, les Andrinidae, les Halictidae et les Megachilidae sont plus fréquentes au pôle universitaire avec respectivement 6%, 4%, 2%

IV.5.1. Méthode passive

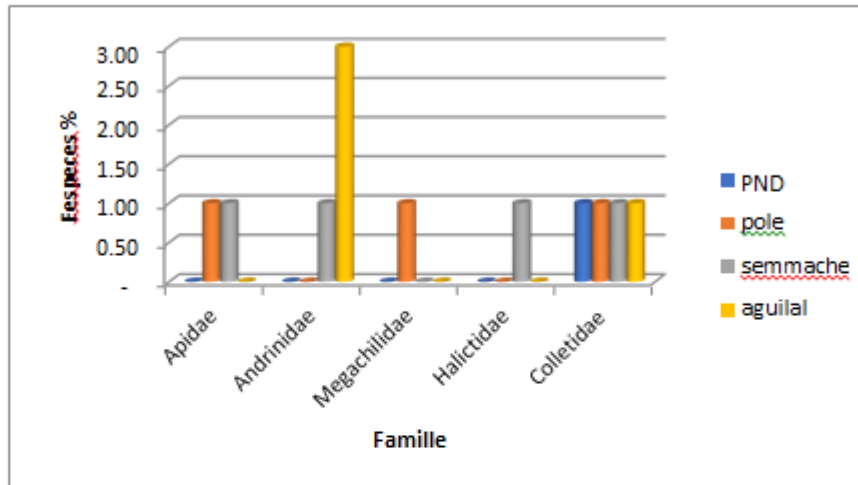


Figure 29: pourcentage des espèces Par famille et par méthode passive.

Avec la méthode passive La famille des colletidae sont inventoriés dans les quatre station d'étude. Les Apidae sont rencontrés au niveau du pôle universitaire et de Semmache La familles des andrinidae est la plus fréquente à Aguila et à Semmache avec 3% et 1% respectivement. Par contre, les Megachilidae et Halictidae sont capturés respectivement au pôle et à Semmache avec 1% d'espèces totales.

D'après ces résultats en déduire que la méthode active est la méthode la plus efficace

IV.6. Pourcentage des espèces capturées par méthode d'échantillonnage

Les espèces inventoriées par la méthode passive et active dans les quatre sites d'étude sont présentant dans le tableau06.

Tableau 06 : pourcentage des espèces captures par méthode passive et active .

	Methode active				Methode passive			
	PND	Pôle	Semmache	Aguilal	PND	Pôle	Semmache	Aguilal
<i>Eucera numida</i>	/	/	1%	/	/	/	1	/
<i>Eucera sp</i>	/	/	/	/	/	/	/	/
<i>Eucera notata</i>	/	2%	/	/	/	/	/	/
<i>Bumbus terrestris</i>	/	1%	1%	1%	/	1%	/	/
<i>Xylocopa sp</i>	/	/	/	/	/	/	/	/
<i>Andrena sp</i>	1%	/	/	1%	/	/	1%	/
<i>Panurgus pici</i>	/	4%	/	/	/	/	1%	2%
<i>Osmia sp 1</i>	1%	1%	/	/	1%	1%	/	/
<i>Osmia careulescens</i>	1%	/	/	/	1%	/	/	/
<i>Halictus scabiosae</i>	/	/	1%	/	/	/	/	/
<i>Halictus sp</i>	/	1%	/	/	/	/	/	/
<i>Lasioglossum sp</i>	/	1%	/	/	/	/	/	/
<i>Hylaeus sp</i>	/	4%	1%	1%	1%	2%	1%	1%
<i>Colicodome Hylaeus</i>	6%	2%	1%	/	6%	/	/	/

D'après le tableau 06, les espèces capturées par la méthode active *callicodoma* sp. et *panugarus pici* sont les plus présentes avec respectivement 6% et 4%.

Les autres espèces sont représentées par des pourcentages relativement faibles qui varient entre 2 et 1% dans les quatre stations.

Les résultats obtenus sur le nombre des espèces capturées par méthode passive montrent que l'espèce *collicodome* est la plus représentée avec 6%.

Le pourcentage des espèces restantes est relativement faible et varie entre 2 à 1%. Donc la méthode active est la plus efficace.

IV.7. Exploitation des résultats par l'indice écologique

IV.7.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

Nous avons effectué une seule sortie chaque semaine, ce qui donne une valeur N égale à 13.

La qualité d'échantillonnage des espèces d'Apoïdes capturées dans la région de Bouira par les différentes méthodes d'échantillonnages est représentée dans le tableau 07.

Dans les quatre stations d'étude, la qualité d'échantillonnage par méthode active est de 0,2 et 0,14 respectivement au PND et pole. Elle est de 0,66 à aguilal et 0 à semmache.

La qualité d'échantillonnage par méthode passive est de 0,2 et 0,14 respectivement au PND et pole, 0,33 à aguilal.

Tableau 07: Qualité d'échantillonnage des espèces d'Apoïdes capturées dans la région de Bouira par les différent méthodes d'échantillonnage.

	Methode active				Methode passive			
	(PND)	(Pól)	(Semmach)	(Aguila)	(PND)	(Pôle)	(Semmach)	(Aguila)
Nombre d'espèces vues une fois(a)	1	1	0	2	1	1	0	1
Nombre total de relevés(N)	5	7	3	3	5	7	3	3
Q.e. = a/N	0,2	0,14	0	0,66	0,2	0,14	0	0,33

Dans les quatre stations d'étude la qualité d'échantillonnage par méthode active est de 0,2 et 0,14 respectivement au PND et pole . elle est de 0,66 à aguila et 0 a semmache.

La qualité d'échantillonnage par méthode passive est de 0,2 et 0,14 respectivement au PND et pole, 0,33 à aguila.

Ces valeurs sont un peu élevées. Ceci peut s'explique par l'insuffisance de la fréquence d'échantillonnage. Il est donc recommandé d'augmenter le nombre de sorties .par contre dans la station de Semmache, la qualité d'échantillonnage égale 0. (Tableau07)

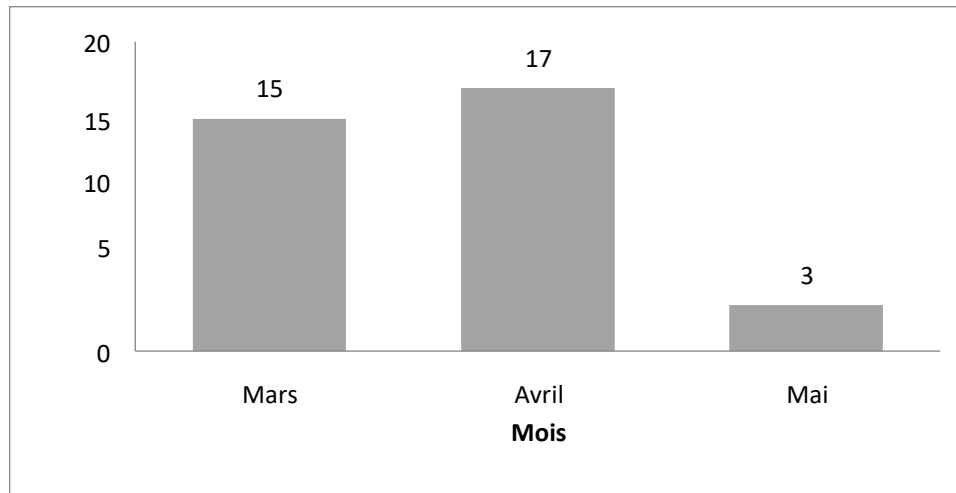


Figure 30 : Richesse mensuelle estimée dans les quatre stations d'études pendant la période d'étude

La figure 30 montre que la richesse mensuelle totale durant la période d'échantillonnage varie entre d'un mois à un autre. Elle est très importante en mois d'avril et mars durant lesquels nous avons capturé 17 et 15 espèces respectivement. En cette période les fleurs sont très abondantes. Par contre, durant le mois de mai, le nombre d'espèces capturées n'est que de 03. Ceci est dû au fauchage et désherbage précoces exercés au niveau de ces stations ce que nous a pas permis de poursuivre l'inventaire

IV.8.1.4. Abondance relative des familles d'apoïdes capturée durant la période d'étude

Les abondances relatives des abeilles collectées durant la période d'étude par la méthode de capture à l'aide d'une boîte, le filet entomologique et les piègeages colorés sont regroupés par familles d'apoïdes et sont réunies dans le tableau 09.

Tableau09 : Abondance relative des différentes familles d'apoïdes dans les quatre stations d'étude Semmache, Aguilal, PND et pôle universitaire.

Famille	PND		Pôle universitaire		Station Semmache		Station Aguilal	
	Nombre d'individus	AR (%)	Nombre d'individus	AR (%)	Nombre d'individus	AR (%)	Nombre d'individus	AR (%)
Apidae	0	0	6	7	4	4,7	2	2,3
Andrenidae	3	3,5	5	5,8	5	5,8	4	4,7
Megachilidae	3	3,5	4	4,7	0	0	0	0
Halictidae	0	0	5	5,8	0	0	0	0
Collictidae	12	14,1	21	24,7	6	7	5	5,8
	18	21,1	40	48	15	17,5	10	12,8

Au total, 5 familles sont observées dans les quatre régions d'études. les collictidae sont plus abondants avec 24,7% au pôle, 14,1% au PND, 7 % à Semmache et 5,8% à Aguilal. les Apidae sont plus fréquents au niveau du pôle universitaire (AR =7 %) et de Semmache (AR =4,7%). la famille des Andrenidae est présente au pôle et à Semmache avec une AR%= 5,8 %, alors qu'au niveau de Aguilal et PND, elle n'est présente qu'avec 4,7 %et 3,5% respectivement. La famille des Megalichilidae est rencontrée au niveau du pôle avec une AR% de 4,7% et au PND avec 3,5%. Pour la famille des halictidae , elle n'est inventoriée qu'au niveau du pôle avec avec AR% =5,8% (Fig 36).

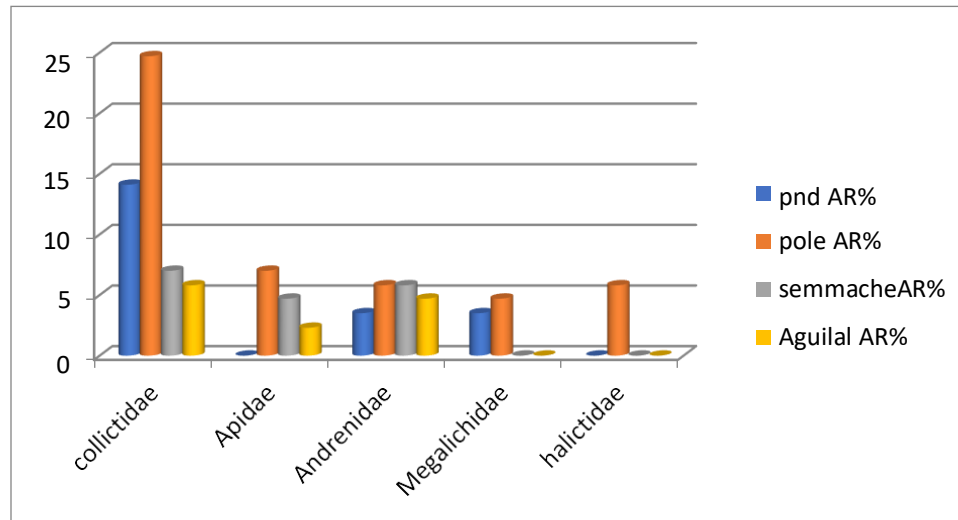


Figure 31 : Abondance relative des familles d’Apoïdes collectés dans les quatre stations d’étude.

IV.8.1.5. Abondance relative des genres d’Apoïdes capturés dans la station de Semmache et Aguilal

Les abondances relatives des genres abeilles collectées durant la période d’étude sont collectionnées dans le tableau suivant

Tableau 10 : Abondances relatives des différents genres d'Apoïdes collectés dans les stations d'étude

Genres	PND		Pôle		Semmache		Aguilal		
	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%	
<i>Eucera</i>	0	0	4	4,71%	2	2,35%	0	0	
<i>Bumbus</i>	0	0	2	2,35%	2	2,35%	1	1,17	
<i>Xylocopa</i>	0	0	0	0	0	0	1	1,17	
<i>Andrena</i>	3	3,52	0	0	0	0	0	0	
<i>Panurgus</i>	0	0	5	5,88	5	5,88	4	4,71	
<i>Osmia</i>	3	3,52	4	4,71	0	0	0	0	
<i>Halictus</i>	0	0	4	4,71	0	0	0	0	
<i>Lasioglossum</i>	0	0	1	1,17	0	0	0	0	
<i>Hylaeus</i>	0	0	2	2,35	0	0	0	0	
<i>Colicodome</i>	12	14,11	19	22,35	6	7,05	5	5,88	

D'après le tableau 10 On remarque que le genre de *Colicodome* est le plus représenté dans les quatre stations, avec un pourcentage de , 22,35% au Pôle, 14,11% à la station de PND, , 7,05% à semmache, et 5,88% à Aguilal. Suivi par les *Panurgus* avec une abondance relative de 5,88% au pôle et semmache et avec 4.71, % à Aguilal. Le genre *Bumbus* est abondant avec 2,35% àSemmache et au pôle et de 1,17% à Aguilal. Le genre *Eucera* est également recensé qu'au niveau de pôle et Semmache avec respectivement 4,71 et 2,35%. Alors que le genre *Osmia* est capturé avec AR %=4,71% au pôle et 3,52% au PND . Par contre, les genres *Halictus* (AR = 4,71 %), *Hylaeus* (AR = 2,35%) et *Lasioglossum* (AR = 1,17%) sont inventoriés

uniquement au niveau du pôle universitaire. De même pour les *Andrena* et *xylocopa* retrouvés respectivement avec des fréquences de 3,52% et 1,17% eu niveau de PND et Semmache.

IV.7.2. Fréquence d'occurrence des espèces d'Apoïdes capturées dans les stations d'étude

IV.7.2.1 Fréquence d'occurrence des espèces d'Apoïdes capturées au niveau du pôle universitaire

Le calcul des valeurs de fréquences d'occurrence a permis de recenser 4 classes de répartition, les résultats sont illustrés dans le tableau 15. La première c'est la classe des espèces **constantes** représentées par une seule espèce *colicodome hylaeus* avec une FO= 85,71 % .La deuxième est celles des espèces **régulières** représentées par une seule espèce qui est *Panurgus pici* avec une FO= 57,14 %, La troisième classe est celle des espèces dites **accessoires** représentées par cinq espèces : *Halictus sp*, *Eucera notata*, *Bumbus terrestris*, *Osmia sp 1* et *Hylaeus sp*. La quatrième classe est celle des espèces dites **Accidentels** représentée par 3 espèces comme *Eucera sp*, *Halictus scabiosae*, *Lasioglossum sp*, avec une FO% est de 14.28%.

Tableau 11 : Fréquences d'occurrence des espèces d'Apoïdes capturées dans la station de pôle

Espèce	Ni	FO%	Type de repartitions
<i>Eucera sp</i>	1	14,28	Accidentels
<i>Eucera notata</i>	2	28,57	Accessoire
<i>Bumbus terrestris</i>	2	28,57	Accessoire
<i>Panurgus pici</i>	4	57,14	Régulier
<i>Osmia sp 1</i>	2	28,57	Accessoire
<i>Halictus scabiosae</i>	1	14,28	Accidentels
<i>Halictus sp</i>	3	42,85	Accessoire
<i>Lasioglossum sp</i>	1	14,28	Accidentels
<i>Hylaeus sp</i>	2	28,57	Accessoire
<i>Colicodome</i> <i>Hylaeus</i>	6	85,71	Constante

IV.8.1.3. Fréquences d'occurrence des espèces d'Apoïdes capturées dans la station de PND.

La propriété des espèces d'Apoïdes sauvages dans la station de PND s'appuie sur les taxons réguliers, Accidentelles, accessoires et constante. Selon le tableau 11, nous avons noté une seule espèce Régulière, il s'agit de *Andrena sp.* FO % est de 60%, une seule espèce accidentelle qui est *Osmia sp1*, avec FO% de 20 %. Suivi par la classe accessoire représentée également par une seule espèce qui est *Osmia careulescens* avec FO% = 40 %. Les espèces constantes représentées aussi par un seul espèces qui est *Colicodome hylaeus* avec FO%=80%

Tableau 12 : Fréquences d'occurrence des espèces d'Apoïdes capturées dans la station de PND.

Espèces	Ni	FO%	Type de repartition
<i>Andrena sp</i>	3	60	Régulier
<i>Osmia sp</i>	1	20	Accidentelles
<i>Osmia careulescens</i>	2	40	Accessoire
<i>Colicodome</i> <i>Hylaeus</i>	4	80%	Constante

IV.8.1.4. Fréquences d'occurrence des espèces d'Apoïdea capturées dans la station de semmache.

La propriété des espèces d'Apoïdes sauvages dans la station de semmache s'appuie sur les taxons réguliers, accessoires. Selon le tableau 13, nous avons noté deux espèces Régulières, il s'agit de *Eucera numida* et *bumbus terrestris* avec une FO % = 66,66%. Les deux autres espèces sont Accessoire représentées par deux espèces qui sont *Panurgus pici* et *colicodome hylaeus*, leur FO% est de 33,33 %.

Tableau 13 : Fréquences d'occurrence des espèces d'Apoïdes capturées dans la station de semmache..

Espèce	Ni	FO%	Type de repartions
<i>Eucera numida</i>	2	66,66	Régulier
<i>Bumbus terrestris</i>	2	66,66	Régulier
<i>Panurgus pici</i>	1	33,33	Accessoire
<i>Colicodome Hylaeus</i>	1	33,33	Accessoire

IV.8.1.5. Fréquences d'occurrence des espèces d'Apoïdes capturées dans la station D'Aguilal.

Fréquences d'occurrence des espèces d'Apoïdea capturées dans la station deAguilal sont illustrées dans le tableau 14. Il en ressort la présence de 03 espèces accessoires (*Bumbus terrestris*, *Xylocopa sp* et *Andrena sp*) avec FO% est de 33,33 %. et 02 espèces régulières (*Panurgus pici* et *Hylaeus sp*) Avec FO =66,66%

Tableau 14 : Fréquences d'occurrence des espèces d'Apoïdea capturées dans la station de Aguilal.

Especes	Ni	FO%	Type de repartions
<i>Bombus terrestris</i>	1	33,33	Accessoire
<i>Xylocopa sp</i>	1	33,33	Accessoire
<i>Andrena sp</i>	1	33,33	Accessoire
<i>Panurgus pici</i>	2	66,66	Regulier
<i>Hylaeus sp</i>	2	66,66	Regulier

IV.8. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure

IV.8.1. Exploitation des résultats par les indices de diversité (H') de Shannon-Weaver et Equitabilité (E) des espèces récoltées

Les résultats obtenus à l'aide de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') sont consignés dans le tableau suivant

Tableau 15 : Exploitation des résultats par les indices de diversité (H') de Shannon-Weaver et Equitabilité (E) des espèces récoltées

	Method active				Method passive			
	PND	Pole	semmache	Aguilal	PND	pole	semmache	aguilal
H'	1,97322	2,139899	1,8464	1,5849	0	1,4488	1,6852	0,9852
Hmax	1,80	2,40	1,20	0,90	0,60	0,90	2,40	0,60
E	1,096	0,891	1,53	1,76	0	1,60	0,70	1,64

La valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver des Apoïdes collectés est de 1,833321 bit pour la station de PND et de 2,437321 bit pour la station pôle et de 1,832263 bit à Semmache. En fin 1,676737 bit à Aguilal. L'indice de Shannon-Weaver indique que le peuplement des abeilles sauvages est diversifié dans la station de pôle et que la richesse spécifique est importante par contre dans les autres stations le peuplement des abeilles sauvages est pas diversifié et les individus appartiennent à 1 seule espèce. L'équitabilité, définie par le rapport entre la diversité H' et la diversité maximale ($E = H' / \log_2 N$) vaut 0,9166605 dans la station de PND et 0,7341 dans la station de pôle et 0,19161315 à Semmache et à Aguilal $E=0,838368$. Donc les espèces sont en déséquilibre et une seule espèce qui domine dans les 4 sites d'étude.

IV.9. Discussions

Dans cette partie, les discussions portent sur la composition et la diversité de la faune Apoïdienne de la région de Bouira.

IV.9.1. Discussion sur la composition de la faune des Apoïdes dans les stations d'étude

Les résultats de l'inventaire des Apoïdes réalisés sur une période allant de mois de mars au mois de mai au niveau de quatre stations dans la région de Bouira (pôle universitaire, PND, Semmache et Aguilal) montre la présence de 5 familles d'Apoïdes, (Andrenidae, Halictidae, Megachilidae, Colletidae et Apidae). Ces familles sont représentées par des espèces communes et par des espèces rares. Le dénombrement a permis de recenser 10 genres et 13 espèces. Ces familles sont les mêmes que celles identifiées par TAZEROUTI (2002) dans la région de Mitidja, AOUAR (2009), et IKHLEF (2021) dans la région de Tizi-Ouzou. Ce dernier auteur a recensé la présence de 201 espèces réparties en 36 genres, 16 tribus, 13 sous famille et 6 familles d'Apoïde qui sont : les Andrenidae, les Halictidae, les Megachilidae et les Apidae les Colletidae et les Mellitidae. Néanmoins la famille des Mellitidae est absente au niveau de nos stations d'étude. Cette famille a été signalée par LOUADI et al. (2008) qui confirme l'existence de 9 espèces dans la région du Nord-Est Algérien. Les mêmes constatations ont été notées par les travaux de AOUAR (2009) ; IKHLEF et KORICHI (2015) dans la région de Tizi-Ouzou. Toutefois, BENDIFALLAH et al. (2012, 2015), signalent que cette famille est absente dans les régions Nord-Ouest d'Algérie et dans le Sahara (Biskra). La répartition des espèces de cette famille est très limitée. Selon MICHEZ (2002), la famille des Mellitidae contient un très faible nombre d'espèces mal connues.

Néanmoins, la différence relevée entre le nombre d'espèces capturées dans notre étude et celui des autres auteurs est évidente due aux facteurs climatiques et environnementaux de chaque région mais aussi à la durée de la période d'échantillonnage. Dans notre étude la durée n'était que de trois mois, car dès le début du mois de mai, le fauchage a été effectué dès le début de mois de mai ce que nous a pas permis de poursuivre les captures.

Malgré la courte durée d'échantillonnage, les résultats obtenus sont encourageants comparativement aux travaux de BENDIFALLAH et *al.* (2010) qui ont compté les mêmes familles d'Apoidea (soit de nombre de 04) dans les régions d'El Harrach ainsi qu'au niveau de BOUIRA. Il s'agit des *Andrenidae*, des *Halictidae*, des *Megachilidae* et des *Apidae*, avec un total de 365 spécimens

Notons également que les familles d'Apoidea représentées dans la présente étude sont les mêmes que celles signalées par LOUADI et DOUMANDJI (1998) près de Constantine, OUAHAB (2015) à Tlemcen, ceux de DEHBI et KADEM (2016), KORICHI (2020) et IKHLEF (2021) à Tizi-Ouzou.

IV.9.1. Discussion sur la composition des familles des Apoidea observées dans la région de Bouira

L'observation des apoïdes pendant une période de 3 mois dans la zone d'étude révèle l'existence de 13 espèces d'abeilles solitaires et. Les espèces sont représentées par 85 individus rassemblés et identifiés. La famille des *Halictidae* renferme 3 espèces appartenant à 2 genres, (*Halictus* et *Lasioglossum*) .Elle est représentée par 4 individus, ce qui correspond à 5 % du nombre total des individus, la famille des *apidae* renferme 5 espèces appartenant à 3 genres, (*Eucera bumbus* et *xylocoopa*).

Nos résultats se rapprochent de ceux de OULD BRAHIM ET SADI (2021) qui ont étudié la diversité des apoïdes au niveau de la région de Tizi-Ouzou. Ces auteurs ont trouvé que la famille des *apidae* renferme 39 espèces appartenant à 8 genres (*Bombus*, *Anthophora*, *Melecta*, *Xylocopa*, *Amegilla*, *Ceratina*, *Nomada*, *Eucera*) précisons que ces auteurs pendant cette étude ont utilisé la méthode de piégeage avec des bassines colorés : 3 couleurs (blanc, jaune et bleu). Cette technique attire plus de diversité d'espèces. Alors que dans notre étude, nous avons utilisé qu'une seule couleur (jaune).

D'autre part, KHOUMERI et *al.* (2016) ont étudié la diversité des apoïdes au niveau de la station de Ain Bessam (wilaya de Bouira) durant Avril et mai 2016. Ils ont dénombré 29 espèces d'abeille sauvages réparties sur 10 genres et 5 familles qui sont *Andrenidae*, les *Halictidae*, les

Megachilidae, les Anthophoridae et les Apidae. Il se pourrait que les abeilles recensées forment une infime partie de la faune d'Apoidea de la région de Bouira.

IV.10.3. Discussion sur les richesses spécifiques et totales et moyennes des Apoidea capturées dans les quatre stations d'études

Nous constatons dans notre étude que la valeur de la richesse totale des Apoïdes dans la région est de 13 espèces. La valeur notée dans la présente étude apparaît beaucoup plus modeste que celle avancée dans la région de Bouira par BENDIFALLAH et al. (2010) et qui est égale à 48 taxa. De sa part, IKHLEF (2021) a relevé un chiffre important de la richesse totale des Apoïdes qui est 4882 individus à Tizi-Ouzou.

La valeur la plus élevée est dans la station de pôle avec 10 espèces et de 4 espèces à PND, Semmache et Aguilal.

Concernant la richesse mensuelle, durant le mois d'Avril et le mois de mars, la diversité est importante avec respectivement 17 et 15 individus. En cette période, le temps était favorable pour sortir et collecter les abeilles ainsi que l'abondance de la végétation dans les zones d'étude. Toutefois, il est à signaler que les pluies tombées en cette période, nous a empêcher de réaliser plus de sorties. Ces valeurs sont proche à celle de BOUDEBAGH et KHETAF (2019) à Constantine.

IV.9.1. Discussion sur la distribution et l'abondance des espèces d'Apoidea capturées les stations d'étude

Le nombre total d'abeilles et capturés durant toute la période de l'étude met en évidence la plus grande abondance de la famille des Colletidae (A.R. % = 24,7%) au niveau du pôle universitaire, suivie par celles des familles des Apidae (A.R. % = 7 %) et les Megachilidae, Andrenidae et les Halictidae sont peu notées. D'après LOUADI et DOUMANDJI (1998), le nombre total d'abeilles et de bourdons observés entre mars et juin 1994 à Constantine indique une abondance élevée des espèces sauvages avec une fréquence de 66,3 %. L'abeille domestique correspond à un taux de 32,0 %. *Bombus ruderatus* et *Xylocopa violacea* représentent respectivement 1,6 % et 0,2 % de la faune totale. Selon KHOUMERI et al. (2016), 5 familles sont observées dans la région de Bouira.

Du point de vue nombre d'individus, les groupes d'Apoïdes les mieux représentés sont les Apidae dans la station de Bouira, il s'agit d'une AR% de 87.01%. Ensuite les Andrenidae avec un AR% est de 6.37, suivie par les Anthophoridae (AR%= 2.73), et en fin les Megachilidae et les Halictidae sont représentés par un AR% de 1.93%.

IV.10.5. Analyse de la diversité des apoïdes

Durant les trois mois de prospections dans la région de Bouira, un total de 85 abeilles sauvages capturées, groupées dans cinq familles, 10 genres et 13 espèces. Ce nombre d'espèces ne reflète qu'une toute petite partie de la faune de la région de Bouira caractérisée par une diversité végétale très importante qui peut attirer une variété d'apoïdes.

La famille la plus diversifiée est celle des Apidae avec 5 espèces correspondant à 36% des espèces rencontrées. Nos résultats corroborent avec ceux de Aouar (2009) dans la région de Tizi-Ouzou et de Bendifallah et al. (2012, 2015), dans le Nord-ouest d'Algérie (Rouiba, Boumerdes, Bouira et Chlef) et dans la région saharienne (Biskra), c'est toujours les Apidae qui sont les plus diversifiées. La deuxième famille est celle des Halictidae avec 3 espèces dénombrées qui est équivalente à 22% du total des espèces inventoriées. En troisième position, s'arrangent les Andrinidae, les Megachilidae et les Colletidae avec des valeurs similaires de 2 espèces pour chaque famille, et représentant 14% du total des espèces.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver est compris entre 1,676 bit à 2,437 bit ce qui signifie l'existence d'une faune d'apoïde assez diversifiée dans la région de Bouira. Cet indice se rapproche beaucoup de la diversité maximale (H'_{max}), D'autre part, l'équitabilité (E) varie entre 0,73 et 0,91 ; ces valeurs sont proches de 1, ceci indique que les populations sont en équilibre entre elles.



Conclusion

Conclusion

L'étude de la faune Apoïdienne de la région de Bouira est réalisée durant la période allant du mois de Mars au mois de mai 2024, par la méthode de capture à la main et le filet entomologique. L'échantillonnage à permet de Capturer 85 individus et 13 espèces appartenant à 10 genres et cinq familles d'Apoides qui sont : des Andrenidae, des Halictidae, des Megachilidae, des collicotidae et des Apidae. Ces familles sont principalement représentées par des espèces communes et par des espèces rares.

La famille la plus abondante dans notre inventaire est celle des colletidae avec 52% . Alors que l'espèce la plus fréquente est *collicodome sp*, de la famille des colletidae avec 43 individus. Cette espèce est très rencontrées dans la station du pôle avec 36% sur le total des espèces capturées.

Pour cette étude, deux méthodes d'échantillonnage sont appliquées : capture avec le filet entomologique et à la main en utilisant des boites (dite méthode active) et utilisation des pièges colorés (dite méthode passive). Avec la méthode active, nous avons capturé 12 espèces dans l'ensemble des sites d'étude il s'agit d' *Andera sp*, *Osmia sp*, *Osmia scabiosa et collicodome hylaeus*, *Eucera notata* ,*Bombus terrestris*, *Pangarus pici*, *Halictus scabios*, *Halictus sp*, *Lasioglossum sp*, *hylaese sp*, *Eucera numida et Xylocopa sp*

En outre avec la méthode passive, nous avons capturé 8 espèces, il s'agit de : *Osmia sp*, *Osmia caerulescens*. *Collicodome sp*, *bombus terrestris*, *hylaeus sp*, *Eucera Numida*, *Andrena sp*, *,panugrus pici*.

De ce fait, il apparait clair que le choix de la méthode d'échantillonnage est important pour pouvoir capturer le maximum d'espèces.

L'aire de répartition des abeilles sauvages semble dépendre de la diversité du couvert végétal et de variation climatique. En effet, le mois d'Avril est la période propice pour la sortie des abeilles qui profitent de la floraison des plantes.

Les résultats de l'indice de shanon et de l'équitabilité sont faibles ce que traduit un peuplement dominé par une espèce qui est *Colicodome sp* qui présente dans toutes les stations.

Pour avoir une meilleure compréhension de la diversité de la faune apoidienne dans la région de bouira, nous avons réalisé un hôtel pour les abeilles sauvages. Ce projet est une initiative passionnante dont l'objectif est d'offrir un habitat pour les abeilles solitaires ainsi que pour d'autres insectes. En outre, cet hôtel permet de promouvoir la conservation des pollinisateurs

Par ailleurs, nos résultats sont intéressants mais nécessitent qu'elles soient améliorées pour obtenir une meilleure idée sur la diversité des apoïdes dans la région de Bouira. Pour cela, il sera souhaitable de prolonger la durée d'échantillonnage et d'étendre la prospection sur plusieurs sites soit naturel ou urbain afin plus de résultats.

Enfin, la préservation des Apoïdes, est un sujet d'intérêt majeur, nécessite une compréhension de la systématique, de l'écologie et de l'éthologie de cette faune afin de prévenir les conséquences néfastes des diverses activités humaines (L'urbanisation accrue, la construction de zones industrielles et la destruction des forêts).



Références bibliographiques

- ALIOUA Y., (2012)**- Bioécologie des araignées dans la cuvette d'Ouargla. Thèse de Magister : protection des végétaux. Ouargla, Algérie Uni.Kasdi Merbah, 64p
- BENDIFALLAH L., LOUADI K., DOUMANDJI S. et ISERBYT S., (2011)**- Diversité des Apoidea dans divers étages bioclimatiques à travers l'Algérie, 3ème Séminaire internati. biol. anim., Dép. biol. anim. Univ. Mentouri- Constantine, p. 14.
- BENKHLIL M.L., (1991)**, les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. Office. Pub. Univ., Alger, 60 p
- BLONDEL J., (1975)**, L'analyse des peuplements d'oiseaux – élément d'un diagnostic écologique: La méthode des échantillonnages fréquentiels progressif (E.F.P.). Rev. Ecol. (Terre et vie), Vol. 29, (4) : 589.
- BLONDEL J., (1979)**- Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- BOETTGENBACH N., (1993)**- Etude agro-pédologique des plateaux de Bled El Madjen (Haïzer), Bouira, Aïn-Bessam et El-Hachimia. Agence nationale ressources hydriques (A.N.R.H.), Rapport I, Alger, 80 p.Bull. Soc. Ent de France, 104 (3) : 241- 256.
- CHOWN S. and NICOLSON S.W.,(2004)** ,Insect physiological ecology: mechanisms and patterns. Ed. Oxford UniversityPress, Oxford, 243 p.
- DAJOZ R., (1982)**- Précis d'écologie. Ed. Gauthier- Villars, Paris, 503 p.
- DAJOZ R.,(1974)**,Dynamique des populations. Ed. Masson et Cie, Paris, 301p.
- DAJOZ R.,(1996)**,Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505p.
- DREUX P.,(1980)**,Précis d'écologie. Ed. Presse Univ. France, « Le biologiste », Paris, 231 p.
- EMBERGER L., (1971)**- Travaux de botanique et d'écologie.Ed.Masson et Cie, 520p .
- FAURIE C, FERRA C, MEDORI P., DEVEAUX J .et HEMPTINNE J .L. , (2003)**- Ecologie approche scientifique et pratique. Ed. Lavoisier, Paris ,407p.
- FAURIE C., FERRA C. et MEDORI P., (1980)**- Ecologie. Ed. J.-B., Bailliére, Paris, 168 p.
- FRANCK, A. (2008)**,Capture conditionnement expedition mise en collection des insectes et acariens en vue de leur identification. France : Cirad .50p.????
- FROCHOT B., (1975)**,Les méthodes utilisées pour dénombrer les oiseaux. Compte rendu Coll. Liège, Haute Fagnes- Mont Rigi, Sect. 2: 49 – 69.
- HAMACH M.,(1986)**, L'entomofaune de l'olivier dans la région d'Aomar à Bouira et étudebio-écologique de *DacusoleaeRisso* (Diptera, Trypetidae). ThèseIngénieur, Inst. nati., agro., El-Harrach, 69 p.
- HASSINA, I. (2021)**. Etude de la biodeversite,eco-ethologie des Apoides (Hymenoptera:Apoides)et le role de certaines especes dans la pollinisation d'une plante spontanee la Sulla(*Hedysarum flexuosum*)dans la

region de Tizi-ouzou.. (docturat), tizi-ouzou. (205)

LEBRETON P.,(1978)- Ecologique :Initiation aux disciplines de l'environnement. Ed. Inter Editions, Paris, 239 p .

MOUHOUB C. et DOUMANDJI S.,(2003), Importance de la fourmi moissonneuse Messor barabara dans le régime alimentaire du Hérisson d'Algérie au niveau d'une zone agricole (Bouira). Journée inf. entomol., 28 – 29 avril 2003, Fac. Sci. natu. Vie, Univ. Béjaïa.

MUTIN G., (1977), la Mitidja, décolonisation et espace géographique. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 606p.

Nait Chabane, S. (2016). Inventaire qualitatif et quantitatif des abeilles solitaires (Hymenoptera: Apoidea) dans la région d'Illilten. Université Mouloud Mammeri.

Oussaf O., (2017)- Contribution de la télédétection et système d'information géographique dans l'analyse de la diversité Eco-phycologique des foret cas :la foret domaniale d'Errich (Willaya de Bouira) .

PEET, R.K.. (1974), The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst,5 , 285- 307.

RAMADE F., (2009)- Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale. Ed.Dunod, Paris, 689 p.

RAMADE F.,(1984)- Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale.Ed. McGraw-Hill, Paris, 397 p.

SAYAH C., (1996)- Place des insectes dans le régime alimentaire du Hérisson d'Algérie *Erinaceus algirus* Duvernoy et Lereboullet, 1842 (Mammalia ; Insectivora) Références bibliographiques dans le parc national de Djurdjura (Tikijda). Thèse Magister, Inst. nati. agro., El Harrach, 340 p.

SUTTONEN, J., MARTIKAINEN, P. (1994). Occurrence of rare and threatened insects living on decaying populus tremula: A comparaison between Finnish and Russian Karelia. Scand. J. For. Res.9: 185-191.

TEFINI, M., BAUDELLOT, S., BOURMOUCHE, R. (1991)- Datations palynologique du trait du Djurdjura (Algérie). Implications géodynamiques. C.R. Acad. Sci. Paris, 313, Série II, 451-456.

TERZO M., RASMOT P, (1996), Clé des genres d'Apiformes. ACONITE. 1- 27.

Résumé

L'étude sur la biodiversité des Apoïdes dans la région de Bouira (36°22', 15.98''N.3°54', 05.63''E) est réalisée durant la période allant de Mars à mai 2024 dans quatre sites, urbain et cultivés à différentes altitudes, la station de Semmache à 466m d'altitude et station d'Aguilal à 772 m d'altitude et PND, pole 600 m d'altitude. Deux méthodes d'échantillonnage sont utilisées, le filet entomologie et la capture à l'aide d'une boîte un plastique. L'échantillonnage permet de capturer 85 individus (15 à Semmache, 11 à Aguilal, 18 à PND et 41 au pôle) répartis entre cinq familles (Apidae, Megachilidae, Halictidae, Collictidae, Andrenidae), 4 genres à Semmache et 4 espèces, 4 genres à Aguilal et 4 espèces, 8 genres au pole et 10 espèces, 3 genre au PND et 4 espèces. La famille des Apidae est la plus abondante avec 36% suivi par les Halictidae avec 22%, les Megachilidae, Andrenidae et Collictidae est sont les moins représentée avec seulement 14%.

Mots clé : Bouira, Semmache, Aguillale, Biodiversité, Apoïdes.

Summary

The study on the biodiversity of the Apoids in the region of Bouira (36°22', 15.98''N.3°54', 05.63''E) is carried out during the period from March to May 2024 in four sites, urban and cultivated at different altitudes, the station of Semmache at 466m of altitude and station of Aguilal à 772m of elevation and PND, pole 600m of height. Two sampling methods are used, entomology mesh and capture using a plastic box. The sampling allowed to capture 85 individuals (15 in Semmache, 11 in Aguilal, 18 in PND and 41 in the pole) disaggregated between five families (Apidae, Megachilidae, Halictidae, Collictidae, Andrenidae), 4 genus Semmache and 4 species, 4 genres in Aguilal and 4 Species, 8 genus pole and 10 species, 3 genus in the PND, and 4 species. The family Apidae is the most abundant with 36% followed by Halictidae with 22%, Megachilidae, Andrenidae and Collictidae est are the least represented with only 14%.

Keywords: Bouira, Semmache, Aguillale, Biodiversity, Apoïdes.

المخلص

خالل البندرة (36°22', 15.98''N.3°54', 05.63''E) Bouira في الفترة من مارس إلى مايو 2024 في أربع مواقع، الحضرية والزراعة في ارتفاع مختلف، محطة في Semmache 466m من ارتفاع، محطة في Aguilal 772m من الارتفاع و PND 600m، قطرة محطة. تم استخدام طريقتي العنقود، الشبكة العنقود وولوجيا. العينة سمحت بجمع 85 فردا (15 في Semmache، 11 في Aguilal، 18 في PND و 41 في القطب) موزعة بين خمس عائلات (Apidae، Megachilidae، Halictidae، Collictidae، Andrenidae)، 4 جنس في Semmache و 4 أنواع، 4 جنس في Aguilal و 4 أنواع، 8 جنس في القطب و 10 أنواع، 3 جنس في PND، و 4 أنواع. العائلة Apidae هي الأكثر وفرة مع 36% تليها Halictidae مع 22%، Megachilidae، Andrenidae و Collictidae هي الأقل تمثيلا مع 14% فقط.

و 41 في PND، 18 في Aguilal، 11 في Semmache و سحب باستخدام كوب من البالون. تم تسجيل 85 طنال (15 في Semmache، 11 في Aguilal، 18 في PND و 41 في القطب) موزعة بين خمس عائلات (Apidae، Megachilidae، Halictidae، Collictidae، Andrenidae)، 4 جنس في Semmache و 4 أنواع، 4 جنس في Aguilal و 4 أنواع، 8 جنس في القطب و 10 أنواع، 3 جنس في PND، و 4 أنواع. العائلة Apidae هي الأكثر وفرة مع 36% تليها Halictidae مع 22%، Megachilidae، Andrenidae و Collictidae هي الأقل تمثيلا مع 14% فقط.

4 (Apidae، Megachilidae، Halictidae، Collictidae، Andrenidae) هي القطب (نفسهم بين خمس العائلات، هي الأكثر Apidae، و 3 أنواع. العينة PND، و 8 أنواع من Aguilal، و 4 أنواع، و 4 أنواع في Semmache جنس نبات، هي الأول من بين مع 14% و Collictidae و Andrenidae، Megachilidae مع 22%، Halictidae هي النوع مع 36% تم فقط.

هي الأول من بين مع 14% و Collictidae و Andrenidae، Megachilidae مع 22%، Halictidae هي النوع مع 36% تم فقط.

الكلمات المفتاحية: Apoïdes، العنقود البيولوجي، Bouira، Semmache، Aguillale