République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Echahid Cheikh Larbi Tebessi - Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie

Département des êtres vivants

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (SNV)

Filière : Écologie et environnement

Spécialité : Ecologie et développement durable

Thème :

Premières données sur la faune des abeilles sauvages (Hymenoptera :Apoidea) butineuses de la plante médicinale *Marrubium vulgare* (Lamiaceae) dans la région de Tébessa

Présenté par :

OTMANI Manel

Devant le jury:

Dr. Amri Cherine	**MCA**	**Université de Tébessa**	**Présidente Dr.**
Sbiki Majda	**MCB**	**Université de Tébessa**	**Examinatrice**
Dr. Benarfa Noudjoud	**MCA**	**Université de Tébessa**	**Promotrice**

Année universitaire : 2024/2025

Date de soutenance : 09/06/2025

Remerciements

Tout d'abord, je remercie avant tout ALLAH, tout puissant, de m’avoir guidé toutes les années d'étude et m’avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Je tiens à exprimer ma gratitude ainsi que mon profond respect à mon encadreur Dr. Benarfa Noudjoud pour avoir accepté d’encadrer ce travail et pour sa disponibilité, ses conseils judicieux et ses orientations.

Mes sincères remerciements s'adressent aussi au membre de jury : Dr. Amri Cherine, qui m’a fait l’honneur de présider le jury de la soutenance et Dr. Sbiki Majda pour avoir accepté d’examiner mon travail.

Mes remerciements les plus sincères vont également à ma famille pour leur aide et encouragements.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribuées de près comme de loin à l'élaboration du présent travail.

Dédicace

À celle à qui je dois tout ce que j'ai accompli après Dieu, à la plus grande source de soutien de ma vie depuis ma naissance, à celle qui a consacré sa vie et ses efforts à notre bonheur et notre succès, à ma chère mère, la reine **FAREH Noudjoud**.

À celui dont je porte le nom avec fierté, à celui qui a récolté les épines sur mon chemin, **baba lghali: OTMANI Slimane**.

À mes chères sœurs, mes bébés d'amour : **Kawther, Aya, Raounek, Rawene, Ritadj**.
Merci d'être toujours là, mes amours.

À mes chers frères : **Kossai** et **Abderraouf**.
Je vous aime troooop !

À mes sœurs de cœur : **Raounek, Dalel, Asma, Meriem, Soudjoud** et **Wala**.
Love u, mes loulous.

À tous mes collègues, pour les agréables moments que nous avons passés ensemble.

À tous ceux qui m'ont soutenue et ont prié sincèrement pour moi, à toutes les âmes bienveillantes.

Et à la fin, je suis contente de dire :
« I DID IT ».

Manel

Résumé

Ce travail de fin d'étude porte sur l'analyse de la relation entre la faune des abeilles sauvages butineuses d'une plante médicinale de la famille des Lamiaceae (*Marrubium vulgare* L.,) et les différents stades de sa floraison. C'est une plante mellifère spontanée largement répandue dans la région de Tébessa (Nord-Est de l'Algérie). L'objectif principal de cette étude est de déterminer comment la composition et l'abondance des insectes butineurs varient selon les phases de floraison de la plante, afin de mieux comprendre les interactions plante-pollinisateurs dans un contexte écologique local (Site de Hammamet).

Le protocole de suivi a été mis en place au cours de la période de floraison, divisée en trois stades phénologiques : début de floraison, pleine floraison et fin de floraison. Des observations régulières ont été menées matin et soir durant une période étalée du 02 juin 2022 jusqu'au 16 juillet 2022 avec un total de 26 sorties. Les relevés ont été accompagnés de mesures de température et d'humidité.

Les résultats obtenus révèlent une diversité notable d'abeilles sauvages, avec une richesse et une activité maximale observées pendant les semaines 2,3 et 4 avec respectivement 61, 77 et 60 visites. Les abeilles à longue langue (Apidae et Megachilidae) ont dominé l'assemblage faunistique, mais plusieurs espèces d'Halictidae et une Andrenidae ont également été identifiées.

L'étude met en évidence l'importance des stades phénologiques dans la structuration des communautés de pollinisateurs et souligne le rôle que peut jouer le marrube blanc dans la conservation de la faune butineuse locale. Ces résultats peuvent contribuer à orienter des actions de gestion écologique des espaces naturels et agricoles dans la région de Tébessa, notamment en faveur de la biodiversité pollinisatrice.

Mots-clés : *Marrubium vulgare*, faune pollinisatrice, stades de floraison, pollinisateurs, Tébessa, biodiversité.

Abstract

This study explores the relationship between the wild bee foraging fauna and the different flowering stages of *Marrubium vulgare* L., a medicinal plant belonging to the Lamiaceae family. This spontaneous melliferous species is widely distributed across the Tébessa region in northeastern Algeria. The main objective of this work is to assess how the composition and abundance of foraging insects vary across the phenological stages of the plant, in order to better understand plant-pollinator interactions within a local ecological context (Hammamet site).

The monitoring protocol was conducted throughout the flowering period, which was divided into three distinct phenological stages: early flowering, full bloom, and late flowering. Regular field observations were carried out in the mornings and evenings between June 2 and July 16, 2022, resulting in a total of 26 sampling sessions. Environmental parameters such as temperature and humidity were recorded concurrently.

The results reveal a remarkable diversity of wild bees, with peak richness and activity observed during weeks 2, 3, and 4, with 61, 77, and 60 recorded visits respectively. Long-tongued bees, particularly from the Apidae and Megachilidae families, dominated the pollinator assemblage. Several species from the Halictidae family and one from the Andrenidae family were also identified.

This study underscores the significance of flowering stages in shaping pollinator communities and highlights the ecological value of white horehound (*Marrubium vulgare*) in supporting local wild bee populations. The findings may inform ecological management strategies for both natural and agricultural landscapes in the Tebessa region, with a view to enhancing pollinator biodiversity.

Keywords: *Marrubium vulgare*, undomesticated bees , flowering stages, pollinators, Tebessa, biodiversity.

الملخص

يتناول هذا العمل دراسة العلاقة بين النحل البري المُلقِّح لنبات طبي .*Marrubium vulgare* L ومختلف مراحل إزهاره. يُعد هذا النبات من النباتات العسلية المنتشرة على نطاق واسع في منطقة تبسة (شمال شرق الجزائر). الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تحديد كيفية اختلاف تركيبة وغزارة الحشرات المُلقِّحة حسب مراحل إزهار النبات، من أجل فهم أفضل للعلاقة بين النبات والمُلَقِّحات في سياق بيئي محلي (موقع الحمّامات).

تم وضع بروتوكول المتابعة خلال فترة الإزهار، التي قُسّمت إلى ثلاث مراحل فنولوجية: بداية الإزهار، الذروة، ونهاية الإزهار. أُجريت ملاحظات منتظمة صباحًا ومساءً خلال فترة امتدت من 2 جوان 2022 إلى 16 جويلية 2022، بمجموع 26 خرجة ميدانية. وقد تم تسجيل قياسات لدرجات الحرارة والرطوبة بالتوازي مع عمليات الرصد.

تكشف النتائج عن تنوع ملحوظ في النحل البري، مع أعلى مستويات الغنى والنشاط خلال الأسابيع 2 و3 و4، حيث سُجلت على التوالي 61، 77 و60 زيارة. وقد هيمنت النحلات طويلة اللسان من فصيلتي Apidae و Megachilidae على المجموعة الحيوانية، كما تم التعرف على عدة أنواع من Halictidae ونوع واحد من Andrenidae .

تُبرز هذه الدراسة أهمية مراحل نمو النبات في تشكيل مجتمعات المُلقِّحات، كما تؤكد الدور الذي يمكن أن يلعبه نبات المروبيا (*Marrubium vulgare*) في الحفاظ على الحشرات المحلية المُلقِّحة. يمكن أن تُساهم هذه النتائج في توجيه جهود الإدارة البيئية للمساحات الطبيعية والزراعية في منطقة تبسة، لا سيما لصالح تنوع المُلقِّحات.

الكلمات المفتاحية : *Marrubium vulgar* ،النحل البري ، مراحل التزهّر، المُلقِّحات، تبسة، التنوع البيولوجي.

Sommaire

Introduction **1**

Chapitre I : Matériel et Méthodes **5**

1. Présentation de la région d'étude **6**

2. Présentation du station d'échantillonnage **7**

2.1. Climat *7*

2.2. Végétation ***8***

3. Protocole d'échantillonnage et travail de laboratoire **8**

3.1 Collecte des données sur le terrain ***8***

3.2 Travail de laboratoire ***9***

4. Analyse des communautés à l'aide d'indices **9**

Chapitre II Résultats **11**

1. Structure et composition de la faune **12**

2 . Abondance et richesse spécifique par famille **14**

3. Sex-ratio par famille **14**

4. Abondance temporelle totale des individus **15**

5. Abondance temporelle totale des familles **15**

6. Abondance de la faune totale entre le matin et le soir **16**

7. Indices écologiques **17**

Discussion et Conclusion **18**

Références bibliographiques **21**

LISTE DES TABLEAUX

01	Abondance absolue (AA) et sex-ratio entre le matin et l'après-midi des différentes espèces dans le milieu d'étude	**12**
02	Valeurs des indices écologiques par sexe et entre le matin et le soir	***17***

LISTE DES FIGURES

01	Carte de la région de Tébessa avec la localisation de la commune d'El Hammamet	**6**
02	Carte satellitaire de la localisation du site d'étude (google map 2025)	**6**
03	Vue générale du site d'étude et de la plante du Merrubium vulgare (photos personnelles 2022)	**7**
04	Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnauls de la région de Tébessa pour la période 1994-2025 (Tébessa)	**7**
05	Températures maximales et minimales à El Hammamet durant la période d'étude (Maallem.2023)	**8**
06	Diversité des familles d'abeilles sauvages recensées durant la période d'étude	**13**
07	Nombre d'espéces et de spéciments dans le milieu d'étude	**14**
08	Sex-ratio des espéces par famille	**14**
09	Abondance Temporelle totale des individus par semaine	**15**
10	Abondance temporelle totale des familles par semaine	**16**
11	Abondance de la faune totale entre le matin et le soir	**16**
12	Abondance de la faune totale selon la longueur de la langue	**17**

Introduction

Introduction

Les abeilles (Hymenoptera : Apoidea) représentent le groupe le plus important de pollinisateurs de plantes. On décompte 20000 espèces d'abeilles sauvages dans le monde (Michener, 2007).

À l'exception de l'abeille domestique, les abeilles sauvages sont solitaires et ont un cycle de vie annuel. Certaines espèces sont univoltines et ne produisent qu'une seule génération par an ; tandis que d'autres sont plurivoltines et peuvent produire plusieurs générations par an. Les mâles sont les premiers à émerger à la belle saison. Après l'accouplement, l'abeille femelle va construire son nid et pond en général une dizaine d'œufs au cours de sa vie. Comme tous les Hyménoptères, les abeilles femelles pondent des œufs haploïdes pour produire des mâles et des œufs diploïdes pour produire des femelles. Le sexe-ratio de la descendance sera choisi par la mère au regard de la quantité de ressources disponibles dans l'environnement (Ropars, 2020).

Plusieurs espèces sont dites cleptoparasites, ces abeilles vont occuper et pondre leur progéniture sur des ressources qu'elles n'auront pas collectées et dans un nid qu'elles n'auront pas constitué (Danforth et al., 2019). L'approvisionnement des cellules larvaires implique une série de vols de butinage durant lesquels la femelle rassemble pollen et nectar à destination de la croissance de ses larves. La durée de ces voyages est extrêmement variable et peut durer de quelques minutes chez une espèce de *Lasioglossum* (Halictidae) à une heure chez plusieurs espèces d'Andrènes (Cameron et Ramírez, 2001).

En se basant sur le mode de nidification, on distingue deux grands groupes fonctionnels d'abeilles (Potts et al., 2005) : les espèces terricoles fouisseuses et les espèces non fouisseuses qui vont, pour certaines s'établir dans des cavités déjà existantes comme des tiges de plantes (les maçonnes), de la roche, alors que d'autres vont creuser elles-mêmes leur galerie dans du bois (les charpentières). Les abeilles peuvent également se distinguer en fonction de la morphologie de leur langue. Les familles Apidae et Megachilidae forment le groupe des abeilles à « longues langues » tandis que les Andrenidae, les Halictidae, les Melittidae et les Colettidae forment le groupe des abeilles à « langues courtes » (Michener, 2007).

Le nectar floral constitue l'une des principales récompenses offertes par les fleurs aux abeilles en échange de la pollinisation. Sa composition joue un rôle dans l'attraction spécifique de certains pollinisateurs. Les éléments majeurs du nectar sont l'eau, les glucides, les ions, les acides aminés et des protéines de faible poids moléculaire (Nicolson et Thornburg, 2007), répondant aux besoins énergétiques élevés des abeilles, notamment pour le vol et la thermorégulation (Haydak, 1970). En parallèle, le pollen représente la ressource florale la plus collectée par les abeilles solitaires. Il

constitue une source essentielle de protéines (indispensables au développement larvaire et à la production des œufs) ainsi que de graisses (Cane et al., 2017). Les œufs nécessitant une importante quantité de protéines, les femelles doivent renouveler régulièrement leurs réserves. Il a d'ailleurs été estimé qu'une femelle consomme quotidiennement environ 10 % du pollen qu'elle collecte pour une cellule larvaire (Cane et al., 2017).

Depuis environ soixante ans, de nombreuses études ont mis en évidence une diminution préoccupante de l'abondance et de la diversité des insectes pollinisateurs (Potts et al., 2010a). Les premières alertes ont été lancées à la suite de pertes massives de colonies d'abeilles domestiques, notamment aux États-Unis (Potts et al., 2010b). En Allemagne, une étude a révélé une réduction de plus de 75 % de la biomasse d'insectes entre 1989 et 2016 dans 63 aires protégées (Hallmann et al., 2017). Parallèlement, en Angleterre, un déclin important des espèces rares d'abeilles et de papillons a été constaté entre 1980 et 2013, avec des pertes atteignant jusqu'à 55 % dans certains milieux comme les hauts-plateaux (Powney et al., 2019). À l'échelle mondiale, certains travaux estiment que 40 % des espèces d'insectes pourraient disparaître d'ici un siècle (Thomas et al., 2019). Ces travaux ont listé 4 facteurs responsables de ce déclin que sont : les changements d'habitats, les pollutions, l'introduction de pathogènes et plus récemment les changements climatiques.

Dans les régions semi-arides, *M. vulgare* joue un rôle écologique non négligeable. Sa capacité d'adaptation à des sols pauvres, secs et pierreux lui permet de coloniser facilement les espaces perturbés ou en voie de désertification, contribuant ainsi à la lutte contre l'érosion et au maintien de la couverture végétale (Albuquerque et al., 2018).

Elle favorise la biodiversité locale, en particulier entomologique, en fournissant un abri et une source alimentaire continue à de nombreux insectes pollinisateurs, même pendant les périodes de disette florale.

Marrubium vulgare est une plante mellifère très recherchée par les abeilles domestiques et sauvages. Grâce à sa floraison prolongée, elle constitue une source de nectar et de pollen essentielle dans les environnements semi-arides comme celui de Tébessa.

Elle attire diverses familles d'abeilles, notamment les Apidae, Halictidae et Megachilidae, qui contribuent à la pollinisation croisée. La structure bilabiée de ses fleurs et la concentration en nectar

en font une espèce attractive pour les insectes à langue courte et moyenne (Bräuchler et al., 2010 ; Aćimović et al., 2020).

Bien qu'elle ne soit pas la principale source d'un miel monofloral, elle enrichit les miels multifloraux locaux et soutient l'activité apicole en période de transition florale.

Problématiques et objectifs

La bibliographie traitant la relation des plantes cultivées et les arbres fruitiers avec les abeilles solitaires est beaucoup plus abondante par rapport à celle consacrée aux plantes naturelles. Le marrube blanc est très répandu dans notre région d'étude et constitue une source non négligeable de nourriture pour un très grand nombre d'abeilles sauvages.

Actuellement, et malgré son exceptionnelle résistance à la sécheresse, quelques espaces naturels du marrube sont en régression à cause de l'extension de l'urbanisation, les incendies et le surpâturage.

Ces dernières années, Tébessa a connue des périodes prolongées de sècheresse. La raréfaction du régime pluviométrique affecte les plantes mellifères de plusieurs manières, ce qui peut avoir un impact sur les abeilles et la pollinisation en modifiant le rythme de floraison, réduisant la disponibilité de nectar et de pollen. Cela peut entraîner une perte de biodiversité des abeilles sauvages. Par conséquent, protéger et intégrer des plantes mellifères résilientes dans nos espaces verts devient indispensable. *Marrubium vulgare* montre une certaine résistance aux conditions difficiles et aux perturbations anthropiques, sa présence aide donc à préserver les communautés d'abeilles sauvages, menacées par la réduction de leur environnement naturel et la raréfaction des sources de nectar.

En vue de la valorisation de l'intérêt écologique du marrube blanc comme plante mellifère et dans le but de mieux connaitre sa faune apoïdienne butineuse et de mettre en relation les périodes de vol observées avec le cycle de floraison de cette plante on a mené une série d'échantillonnage durant sa floraison dans un site naturel à Hammamet.

Au regard de l'absence de données sur les pollinisateurs du *Marrubium vulgare* nous nous sommes tout d'abord demandé **(i)** Quelle est la faune pollinisatrice du *Marrubium vulgare* au sein d'un milieu naturel ? Par la suite, nous avons cherché à comprendre **(ii)** Quels sont les facteurs abiotiques influençant la richesse et l'abondance des communautés d'abeilles sauvages (dans notre cas Température et Humidité entre le matin et l'après-midi) ? En étudiant les fréquences de visites des abeilles, nous nous sommes demandé **(iii)** Quelle était la relation entre la spécificité (longue langue ou courte langue) des abeilles sauvages butineuses des fleurs du *Marrubium vulgare* au cours du

stade de développement et comment se traduisait-elle ?

Le mémoire est structuré en quatre chapitres : après une introduction, le premier chapitre est consacré à les données bibliographiques et puis la méthodologie adoptée, le troisiéme présente les résultats obtenus, tandis que le quatriéme traite la discussion de ces résultats. Enfin une conclusion.

Chapitre 01
Matériel et Méthodes

1. Présentation de la région d'étude

Située au Nord-est algérien, la wilaya de Tébessa avec une superficie de 13878 Km^2 se rattache naturellement à l'immense étendue steppique du pays, elle est limitée au Nord par la Wilaya de Souk-Ahras, à l'Ouest par les Wilayates d'Oum El Bouaghi et Khenchela, au Sud par la wilaya d' El Oued et à l'est, sur 300 Km de frontières, par la Tunisie (Figue 1). La wilaya de Tébessa englobe 28 communes, dont dix (10) frontalières, encadrées par douze (12) dairates (Benarfa, 2004). Elle se caractérise par un climat semi-aride.

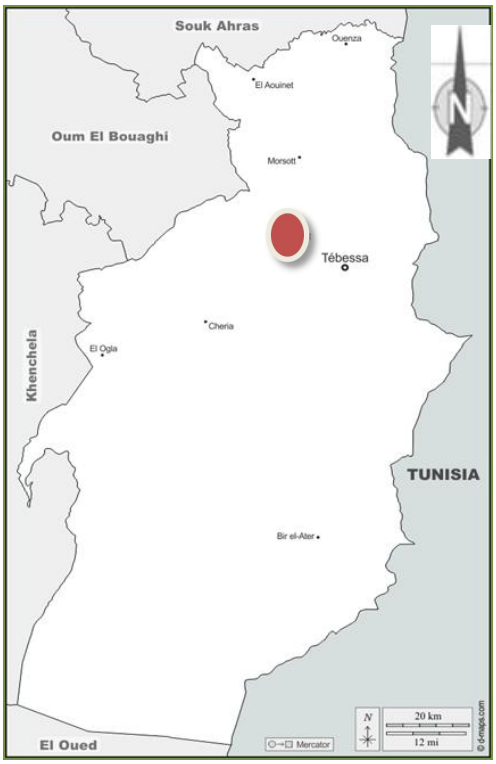


Figure 1. Carte de la région de Tébessa avec la localisation de la commune d'El Hammamet.



Figure 2. Carte satellitaire de la localisation du site d'étude (Google map, 2025).



Figure 3. Vue générale du site d'étude et de la plante du *Marrubium vulgare* (Photos personnelles, 2022)

2. Présentation du station d'échantillonnage

La station d'étude est situé dans la commune de Hammamet qui fait partie de la daïra de Bir Mokkadem, il s'inscrit entre les coordonnées géographiques suivantes : Latitude : 35°26′54″ Nord et Longitude : 7°57′11″ Est avec une altitude moyenne de 878 mètres.

2.1. Climat

Hammamet bénéficie d'un climat semi-aride à hiver froid, classé BSk selon la classification de Köppen. La température moyenne annuelle est d'environ 16,3°C, avec des précipitations moyennes annuelles de 371 mm, concentrées principalement entre les mois d'automne et d'hiver (Figure 3).

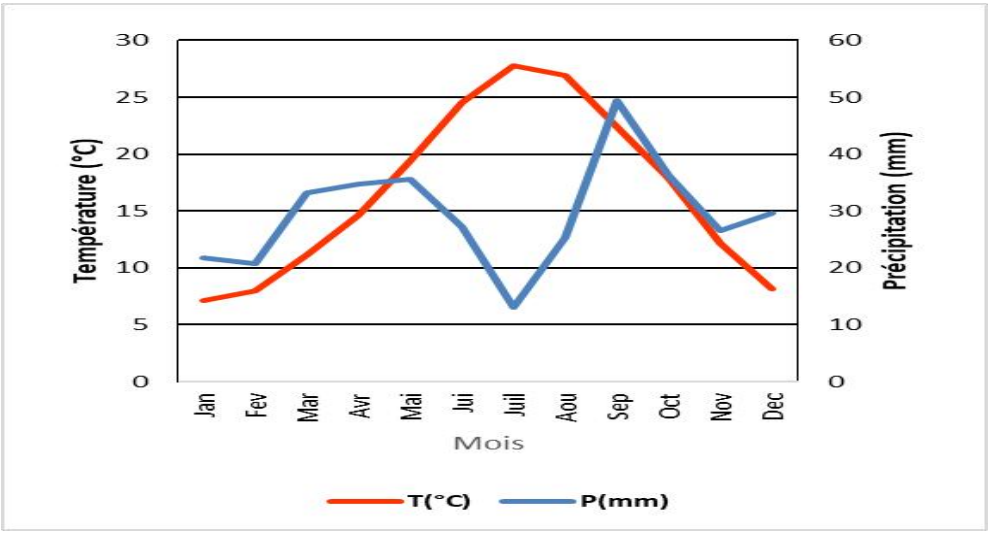


Figure 4. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnauls de la région de Tébessa pour la période 1994-2025 (Tébessa).

Les températures maximales et minimales dans la commune d'El Hammamet à Tébessa du 3 juin au 4 juillet 2022 sont présentées dans la figure 5. La température ayant atteint un maximum de 43 C° le 2 juillet et un minimum de 11 C° le 11 juin. La température a été en début d'expérimentation de 38 C°, puis a commencé à diminuer pour atteindre la valeur de 11 C° le 11 juin, puis a commencé à augmenter tout le long du reste de la période d'étude.

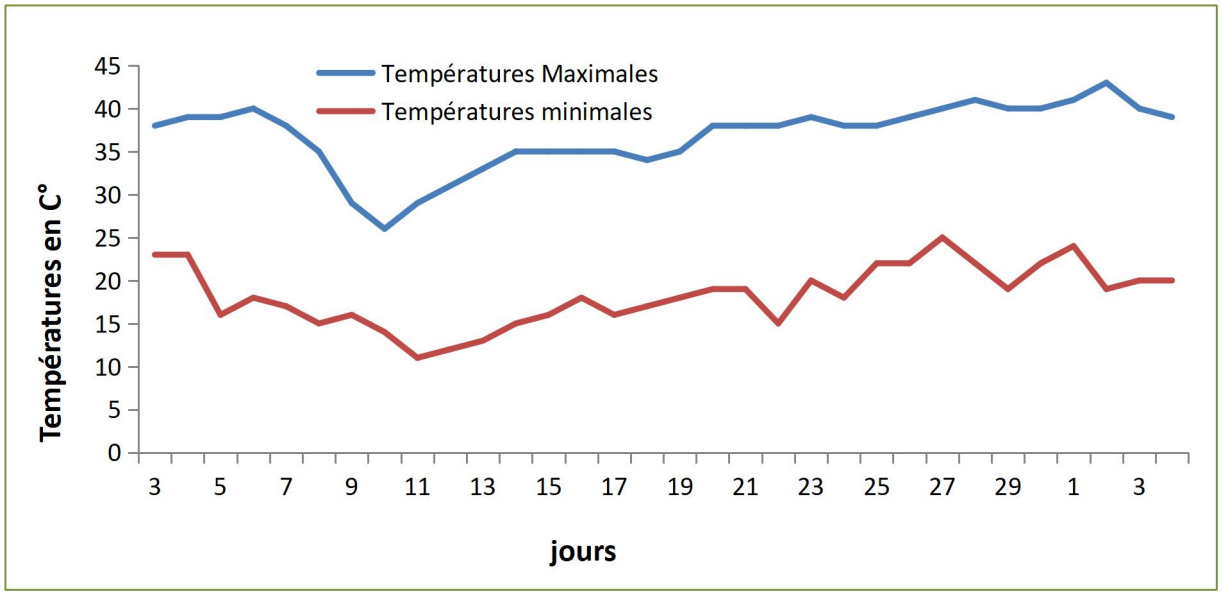


Figure 5. Températures maximales et minimales à El Hammamet durant la période d'étude (Maallem, 2023).

2.2. Végétation

Hammamet est caractérisée par une végétation steppique adaptée aux conditions semi-arides. Les espèces végétales courantes comprennent le pin d'Alep, le chêne vert, le genévrier de Phénicie, le pistachier de l'Atlas et l'alfa. Cette flore est typique des zones steppiques du nord-est algérien (Benarfa, 2004).

3. Protocole d'échantillonnage et travail de laboratoire

3.1 Collecte des données sur le terrain

Une méthode d'échantillonnage active a été appliquée à l'aide d'un filet à insectes et des petits pots translucides. Les récoltes ont été effectuées entre le 02 juin et le 16 juillet de l'année 2022 avec un total de 26 sorties. Les échantillonnages se faisaient sous des conditions météorologiques sans pluie, avec un ciel ensoleillé où le vent était faible. Une session d'échantillonnage pour un site correspondait à une durée de 02 heures de collecte le matin entre 6:00 et 8:00 et l'après-midi entre 15:00 et 17:00.

En outre, lors des échantillonnages des abeilles sauvages, un relevé floristique a été réalisé sur différents stade de développement de la plante étudiée *Marrubium vulgare* pour une étude en parallèle sur le dosage des éléments nutritifs : pollen, nectar, … par Dr. Hioun S. de l'université de Tébessa. Les données de la date de capture, matin et après-midi sont toutes enregistrées ainsi que la température et l'humidité par un thermo-hygromètre sur place.

3.2 Travail de laboratoire

Au laboratoire, les espèces capturées sont placées dans un congélateur pour les tuer. Une fois l'insecte retiré du congélateur, on doit le laisser à température ambiante pendant 20 à 30 minutes avant de le manipuler pour le rendre souple.

- **Le montage**

L'insecte est par la suite fixé à l'aide d'épingles entomologiques d'épaisseurs qui correspondent à la taille de l'insecte. Ainsi, l'insecte est soigneusement disposé à plat sur une plaque de polystyrène. À l'aide d'une pince flexible, on oriente les pattes avant vers le devant et les pattes du milieu et arrière vers l'arrière. La distribution des ailes droites est effectuée de telle sorte que les cellules alaires peuvent être observées. Après l'étalage, on permet aux abeilles de se dessécher pendant deux à trois jours à température ambiante et dans un lieu sec et bien ventilé.

- **L'étiquetage**

Les étiquettes portent des informations très nécessaires concernant le site de capture, les coordonnées géographiques, la date de collecte, la plante visitée et le légataire.

- **L'identification**

L'identification des espèces est effectuée à l'aide d'une loupe binoculaire à partir de plusieurs clés d'identification (Scheuchl, 2002 ; Terzo et Rasmont, 2017), l'espèce est confirmée grâce à des espèces de référence identifiées par des spécialistes à l'étranger.

4. Analyse des communautés à l'aide d'indices

Les méthodes d'analyse statistique sont distinctes et variés proposées par plusieurs auteurs dont Daget (1976) qui propose pour l'étude des communautés animales, surtout des insectes, d'effectuer des analyses de la distribution d'abondance et des indices écologiques notamment de la diversité.

Dans notre étude on a utilisé les indices suivants:

- Nombre de taxons (S): c'est le nombre total des groupes taxonomiques (espèces) rencontrés.

- L'indice de Shannon (H'): il est calculé comme suit:

$H' = -\Sigma$ (pi×log2pi), où pi est le nombre d'individus d'un taxon (Ni) sur le nombre total des

individus (N).

- Indice de l'équitabilité (E): E = H' / H'max, H'max = ln S, où S est le nombre total des taxons. Ces indices ont été calculés par le logiciel Past 3 (Hammer et al., 2001).

- Indice de Chao1: estime le nombre d'espèces non observés à partir de celles observés 1 ou 2 fois (Gotelli et al, 2013).

Chapitre III

Résultats

1. Structure et composition de la faune

Cet inventaire a permis de mettre en évidence 337 individus représentant quatre familles d'abeilles sauvages : Apidae, Megachilidae, Andrenidae et Halictidae (Tableau 1). Ces familles sont représentées par 20 genres et 41 espèces (03 espèces portent la mention sp.).

Tableau 01: Abondance absolue (AA) et sexe-ratio entre le matin et l'après-midi des différentes espèces dans le milieu d'étude.

Familles et espèces	N	Mâles	Femelles	Matin	Soir
Megachilidae					
Osmia notata	16	12	4	12	4
Osmia tunensis	1	0	1	0	1
Osmia caerulescens	6	0	6	5	1
Anthidium manicatum	4	1	3	3	1
Anthidium taeniatum	2	2	0	1	1
Anthidium cingulatum	36	22	14	20	16
Afranthidium carduele	5	2	3	1	4
Pseudoanthidium stigmaticorne	1	1	0	1	0
Rhodanthidium infuscatum	15	9	6	2	13
Anthidiellum africanum	27	0	27	23	4
Anthiediellum strigatum	2	2	0	2	0
Stelis nasuta	1	1	0	1	0
Rhodanthidium siculum	6	3	3	4	2
Total Megachilidae	**122**	**55**	**67**	**75**	**47**
Apidae					
Anthophora ferruginea	35	18	17	9	26
Amegilla albigena	4	0	4	3	1
Amegilla erichoumaymae	4	0	4	1	3
Amegilla savignyi	9	9	0	4	5
Anthophora calcarata	4	0	4	2	2
Amegilla villocissima	1	1	0	1	0
Anthophora quadricolor	1	0	1	0	1
Amegilla quadrifasciata	6	3	3	4	2
Anthophora robusta	1	0	1	1	0
Synhalonia lucasi	2	1	1	1	1
Eucera oraniensis	1	1	0	1	0
Synhalonia tricincta	24	0	24	13	11
Ceratina sp.	2	0	2	2	0
Nomada sp.	2	1	1	2	0
Bomsus terrestris	74	0	74	39	35
Thyreus ramosus	28	13	15	10	18
Epeolus sp.	1	0	1	0	1
Total Apidae	**199**	**47**	**152**	**93**	**106**

Halictidae					
Lasioglossum subhirtum	2	0	2	2	0
Lasioglossum pauxillum	2	0	2	2	0
Halictus rufipes	1	1	0	1	0
Halictus fulvipes	2	0	2	2	0
Halictus constantinensis	2	2	0	2	0
Halictus lucidipennis	2	0	2	2	0
Halictus pici	1	0	1	1	0
Lasioglossum griseolum	1	0	1	0	1
Lasioglossum interruptum	1	0	1	1	0
Pseudapis nilotica	1	0	1	1	0
Total Halictidae	**15**	**3**	**12**	**14**	**1**
Andrenidae					
Andrena albopunctata	1	0	1	1	0
Total Andrenidae	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**
Total specimens	**337**	**105**	**232**	**183**	**154**

Les Apidae représentent 59% de la faune capturée, suivi par les Megachilidae avec 36%. Les Halictidae représentent 4% (Figure 4).

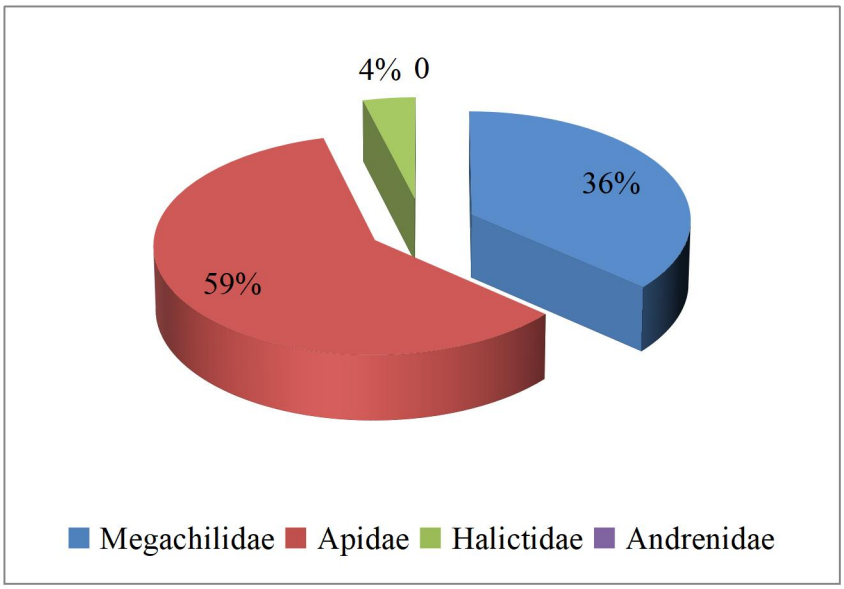


Figure 6 : Diversité des familles d'abeilles sauvages recensées durant la période d'étude.

2 .Abondance et richesse spécifique par famille

D'après le tableau 1 et la figure 5 apparaît que les Apidae est la famille la plus abondante dans le site d'échantillonnage par 199 individus appartenant à 17 espèces suivi par les Megachilidae avec 122 individus et 13 espèces, ensuite les Halictidae avec 15 individus et 10 espèces, enfin les Andrenidae avec 1 individu et 1 espèce.

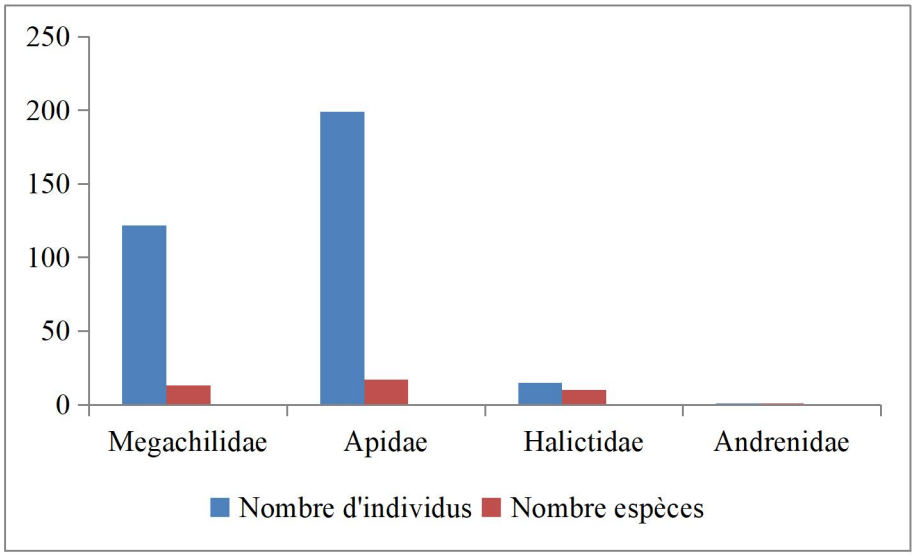


Figure 7 : Nombre d'espèces et de spécimens dans le milieu d'étude

3. Sex-ratio par famille

Durant cette étude on a pu identifier 105 mâles et 232 femelles. 47♂ vs. 152♀ pour les Apidae, 55♂ vs. 67♀ pour les Megachilidae, 3♂ vs. 12♀ pour les Halictidae et enfin 1♀ pour les Andrenidae.

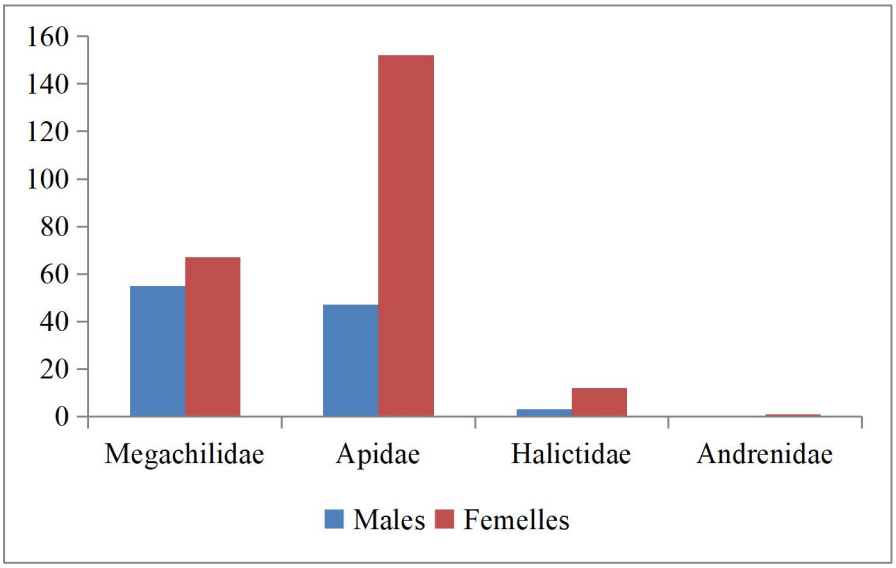


Figure 8. Sex-ratio des espèces par famille.

4. Abondance temporelle totale des individus

D'après la figure 7, on constate que le nombre maximal d'individus a été enregistré au début de floraison avec 110 spécimens, ensuite une diminution a été enregistrée pendant la semaine 2 avec 77 spécimens. Un deuxième pic est enregistré durant la semaine 3 avec 77 spécimens, puis une diminution durant les semaines 4 et 5 avec respectivement 60 et 29 spécimens.

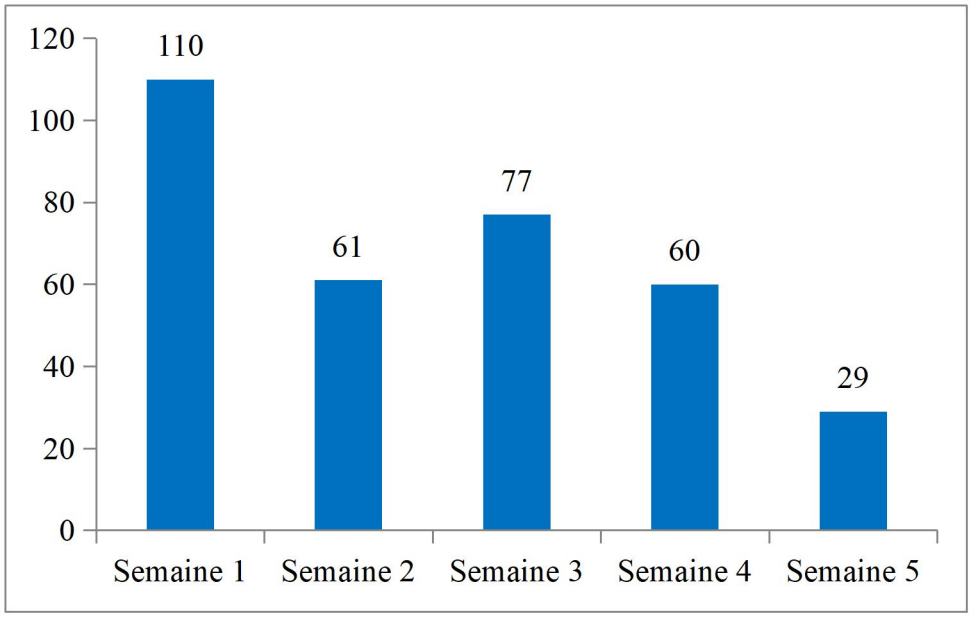


Figure 9. Abondance temporelle totale des individus par semaine

5. Abondance temporelle totale des familles

La figure 8 montre que la famille des Apidae a enregistrée le plus grand nombre d'effectifs au cours des semaines 1,2 et 3 avec respectivement 82, 47 et 41 spécimens suivi par les Megachilidae avec respectivement 24, 14 et 29 spécimens. Durant les semaines 4 et 5 les Megachilidae sont les plus représentées avec 36 et 19 spécimens.

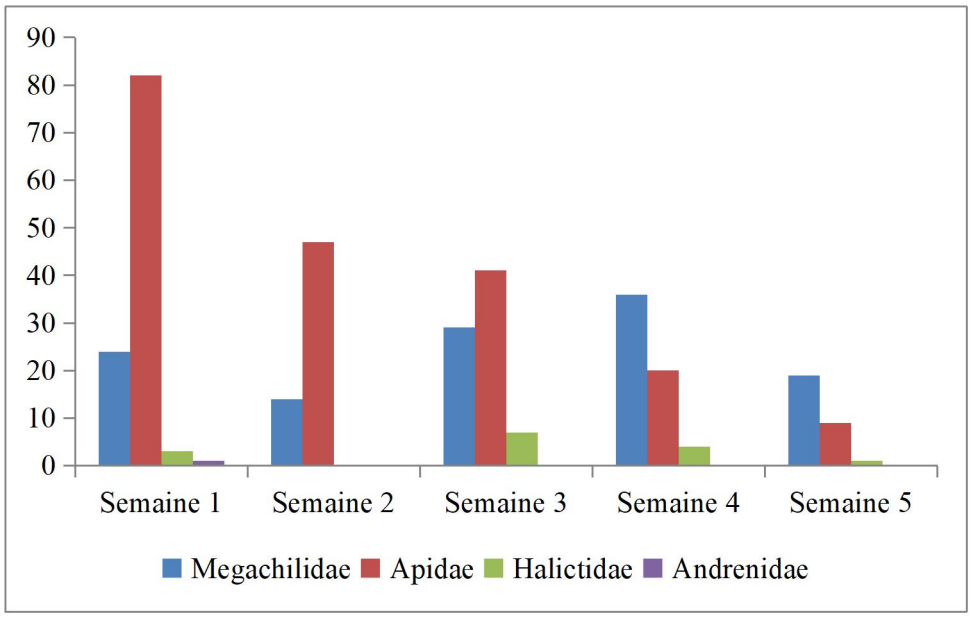


Figure 10. Abondance temporelle totale des familles par semaine

6. Abondance de la faune totale entre le matin et le soir

Dans l'ensemble des relevés, on a capturé 183 spécimens le matin et 154 spécimens le soir. C'est au cours des matins des semaines 2 et 3 qu'on a pu capturer le plus grand nombre d'individus (61 et 16) tandis que le soir des semaines 1et 5 est le mieux représenté. La semaine 4 a enregistrée une égalité dans le nombre capturé le matin et le soir.

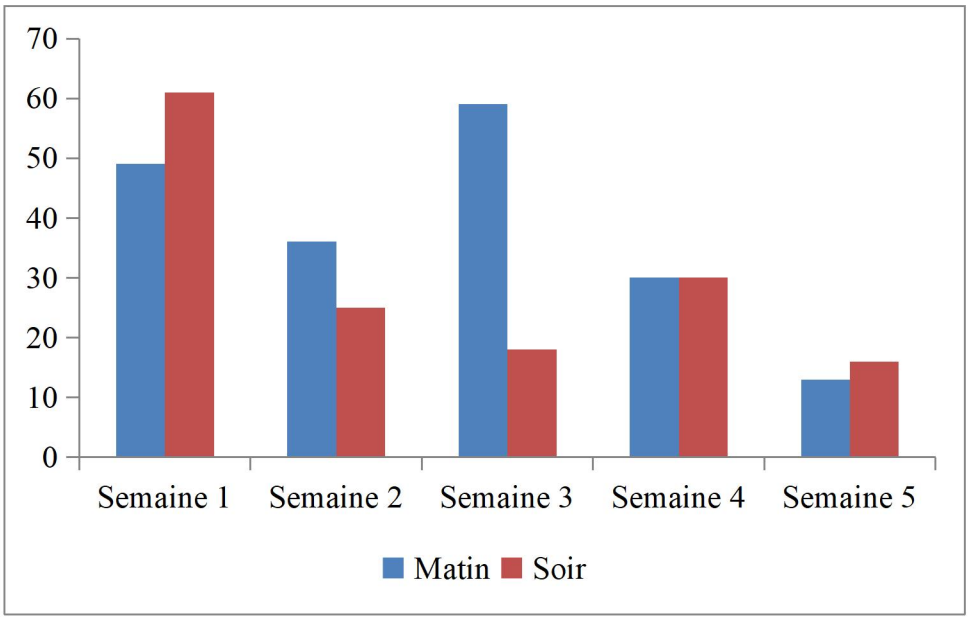


Figure 11. Abondance de la faune totale entre le matin et le soir

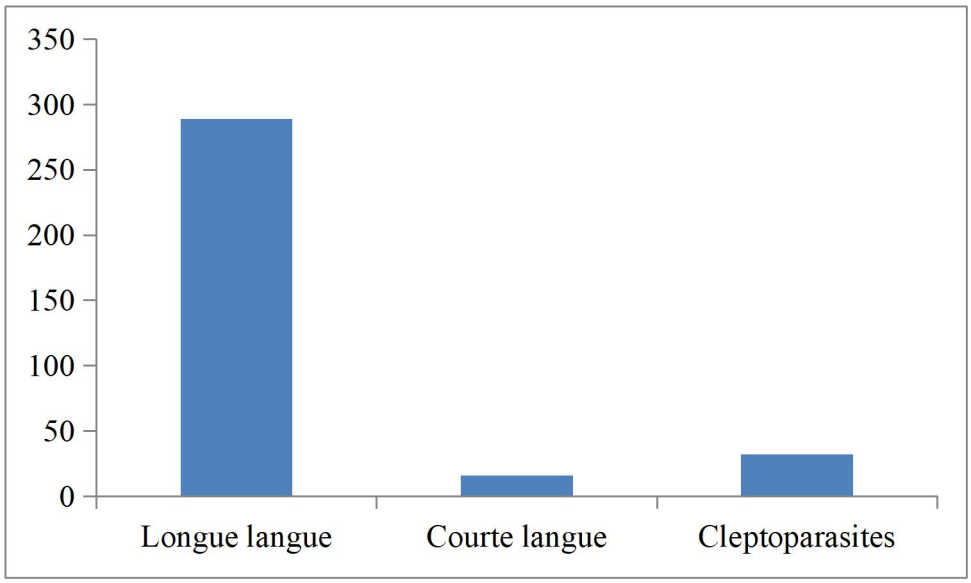


Figure 12. Abondance de la faune totale selon la longueur de la langue.

La figure 12 montre que les abeilles sauvages à longue langues sont les plus abondantes avec 289 individus suivi par les cleptoparasites (32 individus) et enfin à courte langue ont enregistrées 16 individus seulement.

7. Indices écologiques

Les valeurs obtenues dans le tableau 2 indiquent que la population des mâles se caractérise par un indice de Shannon de 2,41 et un indice d'équitabilité de 0,80. Chez les femelles on a trouvé H'= 2,54 et E= 0,73. Pour la population du matin H'= 2,88 et E= 0,0,79; le soir H'=2,45 et E=0,78.

L'estimateur Chao1 qui représente les valeurs de la richesse spécifique estimée et celle observées égale 25 chez les mâles, 41 chez les femelles, 45 en matinée et 32 en soir.

Tableau 2: Valeurs des indices écologiques par sexe et entre le matin et le soir.

	N	Mâle	Femelles	Matin	Soir
Taxa_S	41	20	32	37	23
Individuals	337	105	232	183	154
Shannon_H	2.818	2.417	2.545	2.882	2.456
Equitability_J	0.7589	0.8068	0.7342	0.798	0.7834
Chao-1	49.27	25.6	41.17	45.27	32


Discussion et
Conclusion

Discussion et conclusion

En vue de la valorisation de l'intérêt écologique de la plante médicinale *Marrubium vulgare* comme plante mellifère et dans le but de mieux connaitre sa faune apoïdienne butineuse et de mettre en relation les périodes de vol observées avec le cycle de floraison de cette plante on a réalisé cette étude durant sa floraison dans un site naturel à Hammamet.

Cette région est caractérisée par un climat semi-aride qui a connu au cours des dernières années une sécheresse remarquée.

Les sorties réalisées durant la période de floraison du Marrube blanc ont permis de capturer 337 spécimens d'apoïdes appartenant à 4 familles, 22 genres et 41 espèces. Les deux familles Megachilidae et Apidae sont les mieux représentées et comptent respectivement 199 et 122 individus. Les deux familles Halictidae et Andrenidae comptent seulement 15 et 1 individu.

Concernant le nombre d'espèces, les Apidae sont les mieux représentés avec 17 espèces, les Megachilidae comptent 13 espèces suivie par les Halictidae avec 10 espèces et enfin les Andrenidae avec 1 espèce.

On note que le plus grand effectif de spécimens a été enregistré par *Bombus terrestris* (Apidae) avec 74 individus suivi par *Anthidium cingulatum* (Megachilidae) avec 36 individus. On a signalé 35 individus pour *Anthophora ferruginea* (Apidae). Ces espèces ont une très vaste distribution dans la région de Tébessa, elles préfèrent comme tous les apoïdes le climat sec et chaud et les habitats ouverts et ensoleillés.

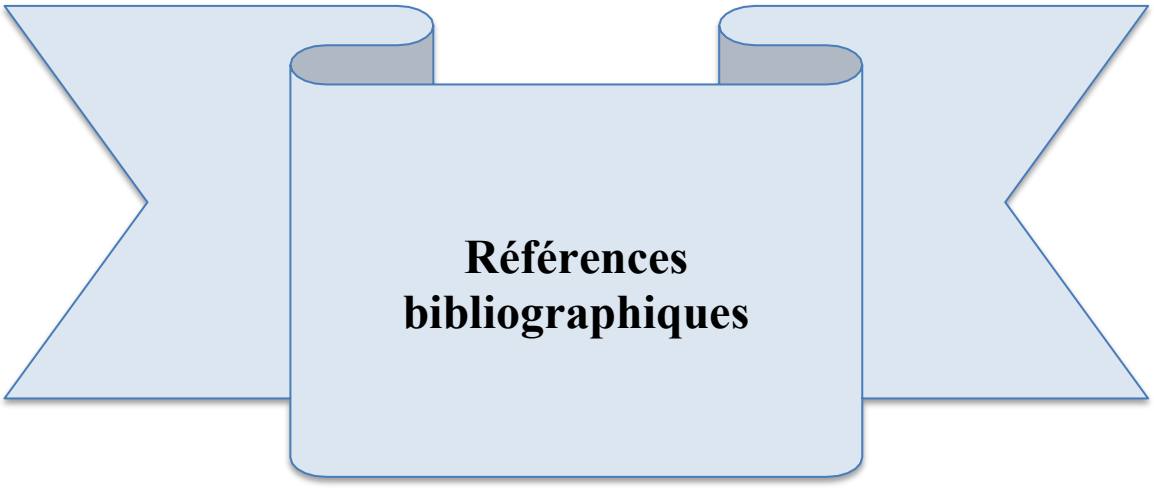
Pour le sexe-ratio, les femelles ont été les plus abondantes avec 232 femelles contre 105 mâles. Comme on a déjà cité dans l'introduction, une femelle consomme quotidiennement environ 10 % du pollen qu'elle collecte pour une cellule larvaire. Les abeilles femelles jouent un rôle structurant dans les communautés végétales par leur comportement de butinage. Leur fidélité florale et leurs préférences influencent directement la reproduction des plantes et la dynamique des écosystèmes (Potts et al., 2003).

Les abeilles à longue langue ont été les plus abondantes dans notre étude avec 289 de l'ensemble des visites. La longueur de la langue est un trait morphologique clé qui influence la fidélité florale et la spécialisation dans le comportement de butinage des abeilles (Fenster et al., 2004). Les espèces d'abeilles à langue courte tendent à visiter un plus large éventail de fleurs, ce qui suggère une stratégie de butinage généraliste, alors que les abeilles à langue longue montrent souvent des préférences plus étroites (Stang et al., 2006).

Dans le climat méditerranéen, l'activité de butinage des deux espèces *Osmia cornuta* et *Apis mellifera* est fortement liée à la température et à l'ensoleillement, avec un pic d'activité entre 16 °C et 25 °C (Vicens et Bosch 2000). Dans son étude sur l'activité de butinage des abeilles sauvages en zone semi-aride Louadi (1999) a montré que les abeilles sauvages de la région de Biskra montrent une activité de butinage concentrée tôt le matin, limitée par la chaleur excessive en milieu de journée (>35°C). Dans notre cas il y a une certaine hétérogénéité entre les 5 semaines d'étude.
La présence d'abeilles cleptoparasites dans la faune butineuse de *Marrubium vulgare* reflète la richesse de la communauté d'abeilles hôtes. Bien que leur rôle direct dans la pollinisation soit limité, elles constituent un indicateur écologique important de la santé des écosystèmes pollinisateurs.

En conclusion, l'étude de la relation entre les stades phénologiques de *Marrubium vulgare* et les visites florales effectuées par la faune apoidienne butineuse a permis de mettre en évidence une forte dépendance entre la disponibilité florale et l'activité des pollinisateurs sauvages. Nos observations montrent que la richesse spécifique et l'abondance des abeilles varient significativement en fonction du stade de floraison, avec un pic d'attractivité observé au stade de floraison maximale. Ce stade correspond à une disponibilité optimale en nectar et en pollen, ressources essentielles pour les abeilles femelles en phase de reproduction.
Certaines espèces d'abeilles, notamment solitaires, semblent présenter une fidélité florale marquée au *M. vulgare*, comme *Bombus terrestris* et *Anthophora ferruginea*.
Le dénombrement de 41 taxons suggère une richesse spécifique très élevée, en effet, les différents indices de diversité ont montrés que la faune des Apoïdea butineuses du *M.vulgare* est très diversifiée le long de la journée et entre les mâles et les femelles au cours des différents stades de développement de la plante.
Ces résultats confirment l'importance écologique de *Marrubium vulgare* comme plante nectarifère stratégique dans les écosystèmes semi-arides. Sa conservation et son intégration dans les dispositifs de restauration écologique ou d'aménagements mellifères peuvent contribuer à soutenir les populations locales d'abeilles sauvages, notamment dans les paysages agricoles ou dégradés.

Toutefois, des études complémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les interactions spécifiques entre les espèces d'abeilles et *M. vulgare*, ainsi que les effets à long terme des conditions abiotiques sur cette relation plante-pollinisateur.


Références
bibliographiques

- Aćimović, M., Popović, S., Vuković, N., & Miladinović, J. (2020). *Phytochemical composition and biological activities of Marrubium vulgare L.: a review*. **Journal of Herbal Medicine**, 21, 100322.

- Albuquerque, U. P., Medeiros, P. M., Almeida, A. L. S., Monteiro, J. M., Lins Neto, E. M. F., Melo, J. G., & Santos, J. P. (2018). *Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach*. Journal of Ethnopharmacology, 114(3), 325–354.

- Bräuchler, C., Meimberg, H., & Heubl, G. (2010). *Molecular phylogeny of Menthinae (Lamiaceae, Nepetoideae, Mentheae)—taxonomy, biogeography and conflicts*. Molecular Phylogenetics and Evolution, 55(2), 501–523.

- Cameron, S. A., & Ramírez, S. (2001). Nest architecture and nesting ecology of the orchid bee Eulaema meriana (Hymenoptera: Apinae: Euglossini). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 142-165.

- Cane JH, Tepedino VJ. 2017. Gauging the effect of honey bee pollen collection on native bee communities. Conservation Letters 10:205–210. DOI: 10.1111/conl.12263.

- Danforth, B. N., Minckley, R. L., & Neff, J. L. (2019). The solitary bees: biology, evolution, conservation. Princeton University Press.

- Fenster, C. B., Armbruster, W. S., Wilson, P., Dudash, M. R., & Thomson, J. D. (2004). Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *35*, 375–403.)

- Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, Stenmans W, Müller A,

Haydak, M. H. (1970). Honey bee nutrition. *Annual review of entomology*, *15*(1), 143-156.

- Louadi, K., & Doumandji, S. (1998). Activité de butinage des abeilles sauvages en zone semi-aride (région de Biskra, Algérie). *Acta Entomologica*, *43*, 245–258.

- Michener, C. D. (2007). The professional development of an entomologist. Annu. Rev. Entomol., 52, 1-15.

- Nicolson, S. W., & Thornburg, R. W. (2007). Nectar chemistry. In *Nectaries and nectar* (pp. 215-264). Dordrecht: Springer Netherlands.

- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE. 2010a. Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. Trends in Ecology and Evolution 25:345–353. DOI: 10.1016/j.tree.2010.01.007.

- Potts SG, Roberts SPM, Dean R, Marris G, Brown MA, Jones R, Neumann P, Settele J. 2010b. Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. Journal of Apicultural Research 49:15–22. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.02.

- Potts, S. G., 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. https://doi.org/10.1890/02-0136
- Potts, S. G., 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.
- Powney GD, Carvell C, Edwards M, Morris RKA, Roy HE, Woodcock BA, Isaac NJB. 2019. Widespread losses of pollinating insects in Britain. Nature Communications 2019 10:110:1018. DOI: 10.1038/s41467-019-08974-9.
- Ropars L, Affre L, Schurr L, Flacher F, Genoud D, Mutillod C, Geslin B. 2020. Land cover composition, local plant community composition and honeybee colony density affect wild bee species assemblages in a Mediterranean biodiversity hot-spot. Acta Oecologica 104:103546. DOI: 10.1016/j.actao.2020.103546.
- Stang, M., Klinkhamer, P. G. L., & van der Meijden, E. (2006). Size constraints and flower abundance determine the number of interactions in a plant–flower visitor web. *Oikos*, *112*(1), 111–121.)
- Sumser H, Hörren T, Goulson D, de Kroon H. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLOS ONE 12:e0185809. DOI: 10.1371/journal.pone.0185809.
- Thomas CD, Jones TH, Hartley SE. 2019. "Insectageddon": A call for more robust data and rigorous analyses. Global Change Biology 25:1891–1892. DOI: 10.1111/gcb.14608.
- Vicens, N., & Bosch, J. (2000). Pollinating efficacy of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on 'Red Delicious' apple. *Environmental Entomology*, *29*(2), 235–240