



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Echahid Cheikh Larbi Tébessi-Tébessa-
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Êtres vivants



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de **MASTER**

En : Science de la Nature et de la vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie

Thème

Structure et diversité des communautés des insectes auxiliaires dans la région de Tébessa (El-Hammamet)

Présenté par :

MESLOUB Oussama

Membres de Jury :

Mme. Sbiki M.	M.C.B.	U. Echahid Cheikh Larbi Tébessi-Tébessa	Présidente
Mme. Hmaidia H.	M.C.B.	U. Echahid Cheikh Larbi Tébessi-Tébessa	Examinatrice
Mme. Djellab S.	M.C.A.	U. Echahid Cheikh Larbi Tébessi-Tébessa	Encadrante
Mme. Mebarkia N.	M.A.B.	U. Echahid Cheikh Larbi Tébessi-Tébessa	Co-Encadrante

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Je remercie premier lieu mon dieu "ALLAH" le tout puissant pour toute la volonté et le courage qu'il me donné pour l'achèvement de ce mémoire.

Je tiens tout particulièrement à exprimer mes plus vifs remerciements et mon profonde Gratitude pour mon encadrante **Dr. DJELLAB S.** qui ma' donnée la chance et l'honneur d'assurer la direction de mon mémoire de master.

J'exprime aussi ma gratitude envers le **Dr. MEBARKIA N.** (co-encadrante) pour sa disponibilité et son précieux soutien.

J'adresse aussi tous mes remerciements à **Dr. SBIKI M.** la présidente du jury qui a accepté de lire et de juger ce document.

Je suis ravi et honoré de la présence du **Dr. HAMAIDIA H.** qui a accepté d'être membre du jury et de me faire l'honneur de donner son avis sur ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.



✓ *Résumé*

Résumé

Les insectes auxiliaires sont des insectes qui jouent un rôle bénéfique dans les écosystèmes. Ces insectes comprennent un groupe de syrphidés, d'abeilles, de guêpes, de coléoptères, de papillons et autres. Ces insectes auxiliaires remplissent des fonctions utiles telles que la pollinisation des plantes, le contrôle naturel des ravageurs agricoles et la décomposition de la matière organique, contribuant ainsi à la santé des plantes et à la production agricole. Grâce à leur rôle vital, les insectes auxiliaires jouent un rôle important dans le soutien de la biodiversité et de la durabilité des écosystèmes et des systèmes agricoles.

Cette étude a été menée dans la station d'El-Hammamet et qui été considérée comme la première de genre à partir du 15 février jusqu'à 15 mai 2024. L'inventaire a été réalisé de manière hebdomadaire et régulière, à l'aide d'un piège de Malaise. Son objectif était d'étudier la structure et la diversité des insectes auxiliaires dans la région de Tébesa (station El-Hammamet) à travers la détermination de quelques indices écologiques, tels que la richesse spécifique, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence, et deux paramètres de structure qui sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'équitabilité de Pielou.

Les résultats obtenus ont permis d'identifier 201 individus comprenant 14 espèces réparties en cinq familles : Syrphidae (*Scaeva pyrastri*, *Eupeodes corollae*, *Meliscaeva auricollis*, *Chrysotoxum intermedium*, *Scaeva selenitica* et *Eupeodes lungier*), Ichneumonidae (*Enicospilus purgatus*, *Diaparsis sp* et *Diadegma sp*), Vespidae (*Polistes dominula*, *Vespula germanica*), Apidae (*Apis mellifera*, *Hylaeus modestus*) et Coccinellidae (*Coccinella septempunctata*) appartenant à 03 ordres (Diptera, Hymenoptera et Coleoptera). Trois espèces de deux familles différentes étaient la plus abondantes : *Scaeva pyrastri* et *Eupeodes corollae* (Syrphidae) et *Vespula germanica* (Vespidae), classés comme pollinisateurs, prédateurs et parasitoïdes. Pendant notre étude, la période privilégiée pour l'apparition des insectes était le mois de mai.

Les espèces constantes étaient représentées par la famille des Syrphidés en grande partie, suivie des Apidés et des Vespidés. La diversité de la population était moyenne et l'équitabilité était élevée.

Mot clés : El-Hammamet, insectes auxiliaires, biodiversité, Diptera, Hymenoptera, Coleoptera.

Abstract

Auxiliary insects are insects that play a beneficial role in the Ecosystems These insects include a group of hoverflies, bees, wasps, beetles, butterflies, and others. These auxiliary insects perform useful functions such as pollinating plants, naturally controlling agricultural pests, and decomposing organic matter, thereby contributing to plant health and agricultural production. Thanks to their vital role, auxiliary insects play an important role in supporting biodiversity and the sustainability of ecosystems and agricultural systems.

This study was conducted at the El-Hammamet station, which was considered the first of its kind from February 15 to May 15, 2024. The inventory was carried out weekly and regularly, using a Malaise trap. Its objective was to study the structure and diversity of auxiliary insects in the Tébessa region (El-Hammamet station) through the determination of some ecological indices, such as species richness, relative abundance, and frequency of occurrence, and two structural parameters, which are the Shannon-Weaver diversity index and Pielou's evenness.

The results obtained identified 201 individuals comprising 14 species distributed in five families: Syrphidae (*Scaeva pyrastris*, *Eupeodes corollae*, *Meliscaeva auricollis*, *chrysotoxum intermedium*, *Scaeva selenitica*, and *Eupeodes lungier*), Ichneumonidae (*Enicospilus purgatus*, *Diaparsis sp*, and *Diadegma sp*), Vespidae (*Polistes dominula*, *Vespula germanica*), Apidae (*Apis mellifera*, *Hylaeus modestus*), and Coccinellidae (*Coccinella septempunctata*) belonging to 03 orders (Diptera, Hymenoptera and Coleoptera) three species from two different families were the most abundant: the Syrphidae family (*Scaeva pyrastris* and *Eupeodes corollae* (Syrphidae) and the Vespidae (*Vespula germanica*) classified as pollinators, predators and parasitic. During our study, the preferred period for the appearance of insects was the month of May. The constant species were represented by the Syrphidae in large part, followed by Apidae and Vespidae. The diversity of the population was medium and equity was high.

Keywords: El-Hammamet, auxiliary insects, biodiversity, Diptera, Hymenoptera, Coleoptera.

الحشرات المساعدة هي الحشرات التي تلعب دوراً مفيداً في البيئة والزراعة والنظام البيئي. تشمل هذه الحشرات مجموعة من الذباب الحوام، والنحل، والدبابير، والخنافس، والفرشات وغيرها. تقوم هذه الحشرات المساعدة بأداء وظائف مفيدة مثل تلقيح النباتات، والتحكم الطبيعي في آفات الزراعة، وتحلل المواد العضوية، مما يساهم في صحة النباتات وإنتاج الزراعة. بفضل دورها الحيوي، تلعب الحشرات المساعدة دوراً هاماً في دعم التنوع البيولوجي واستدامة النظم البيئية والزراعية.

تمت هذه الدراسة في محطة الحمامات والتي اعتبرت الأولى من نوعها ابتداءً من 15 فبراير حتى 15 مايو 2024. تم إجراء المسح بانتظام أسبوعياً باستخدام فخ المالايز. كان هدفها دراسة بنية وتنوع الحشرات المساعدة في منطقة تبسة (محطة الحمامات) من خلال تحديد بعض المؤشرات البيئية، مثل الثراء النوعي، والغزارة النسبية، وتكرار الحدوث، مؤشر تنوع شانون-ويفر ومؤشر التوزيع بيلو. أظهرت النتائج المحصلة تحديد 201 فرداً يتكونون من 14 نوعاً توزعت في خمس عائلات:

Syrphidae: (*Scaeva pyrastris*، *Eupeodes corollae*، *Meliscaeva auricollis*، *Chrysotoxum intermedium*، *Scaeva selenitica*، و *Eupeodes lungier*)، Ichneumonidae (*Enicospilus purgatus*، *Diaparsis sp*، و *Diadegma sp*)، Vespidae (*Polistes dominula*، *Vespula germanica*)، Apidae (*Apis mellifera*، *Hylaeus modestus*)، و Coccinellidae (*Coccinella septempunctata*)

مع سيطرة لثلاثة أنواع من عائلتين مختلفتين، عائلة: تنتمي إلى 03 رتب (ثنائيات الاجنحة، غشائيات الاجنحة، وغمديات الاجنحة)

Syrphidae (*Scaeva pyrastris*، *Eupeodes corollae*) وعائلة Vespidae (*Vespula germanica*)

تصنف على أنها الملقحات والحيوانات المفترسة والطفيليات، تم تمثيل الأنواع الثابتة بواسطة Syrphidae في جزء كبير منها، تليها *Vespidae* و *Apidae*. وكان التنوع متوسطاً وكان التوزيع مرتفعاً.

الكلمات المفتاحية: الحمامات، الحشرات المساعدة، التنوع البيولوجي، ثنائيات الاجنحة، غشائيات الاجنحة، غمديات الاجنحة.



*Table des
matières*

Table des matières

Remerciements	i
Résumé	ii
Abstract	iii
المخلص	iv
Liste des tableaux	x
Liste des figures.....	xii
1. Introduction	1
2. Matériel et Méthodes	7
2.1. Présentation de la région et la station d'étude (Tébessa - El'-Hammamet).....	7
2.1.1. La situation géographique de Tébessa	7
2.1.2. La situation géographique d'El-Hammamet	7
2.1.3. Présentation du site d'étude	10
2.2. Méthodologie.....	10
2.2.1. Matériels utilisés sur terrain	10
2.2.2. Matériels utilisés au laboratoire.....	11
2.2.3. Méthode de travail.....	11
2.3. Exploitation des données	14
2.3.1. Paramètres de composition	14
2.3.2. Paramètres de structure.....	15
3. Resultats	18
3.1. Indices écologiques appliquées aux espèces capturées	18
3.2. Liste systématique des espèces auxiliaires recueillies dans la station d'El-Hammamet	18
3.2.1. Variation temporelle de la richesse spécifique (S)	19
3.2.2. Abondance relative AR (%)	19
3.2.3. Fréquence d'occurrence.....	21
3.2.4. L'indice de Shannon- Weaver (H') et de l'équitabilité (E)	22
4. Discussion.....	25
5. Conclusion et perspectives	29
Références bibliographiques	31
Annexes	41



*Liste des
tableaux*

Liste des tableaux

Tableau 01 : Richesse spécifique des différents espècesauxiliaires dans la Station d'El-Hammamet 2024.....18



*Liste des
figures*

Liste des figures

Figure01: Situation géographique du station et site d'étude (Google maps, 2024)	8
Figure 02 : Températures moyennes mensuelles d'El-Hammamet (2019/2023).....	9
Figure 03 : Précipitations moyennes mensuelles d'El-Hammamet(2019/2023)	9
Figure 04: Le site échantillonné dans la station d'El-Hammamet.....	10
Figure 05 : Le piège Malaise	11
Figure 06 : Les bouteilles de récolte.....	12
Figure 07 : Le matériel utilisé au cours de travail	12
Figure 08 : Les insectes capturés sont stockés dans des tubes secs contenant de l'alcool éthylique	13
Figure09: La préparation des insectes pour identification sous la loupe binoculaire	14
Figure 10 : Variation temporelle de la richesse spécifique totale dans la station d'El Hammamet (2024).....	19
Figure 11: Abondance relative des espèces inventoriées dans la station d'El Hammamet 2024.	20
Figure 12 : Abondance relative des ordres inventoriés dans la station d'El Hammamet 2024	21
Figure 13 : Fréquence d'occurrence desdifférentsespècesrecensée dans la station.....	21
Figure 14 : Variation temporelle des indices de Shannon-Weaver et l'équitabilité des différentes espèces recensées durant la période d'étude.....	22



Introduction

Introduction

La "biodiversité " ou diversité biologique est la variété de la vie, dans toutes ses manifestations, à tous les niveaux d'organisation et toutes les échelles de la nature (Gaston & Spicer, 1998), depuis la diversité des gènes jusqu'à celle des écosystèmes et des phénomènes écologiques (Gosselin *et al.*, 2004). Elle reflète le nombre, la variété et la variabilité des organismes vivants. Ramade (1993) définit la biodiversité comme la variété des espèces vivantes qui peuplent la biosphère. Pris au sens le plus simple, la biodiversité se mesure par le nombre total d'espèces vivantes que renferme l'ensemble des écosystèmes terrestres et aquatiques, se rencontrant actuellement sur la planète. Selon Fontaubert *et al.* (1996), le terme biodiversité est défini par la variabilité des organismes vivants de toutes origines y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie.

Depuis la conférence des nations unies sur l'environnement et le développement à rio de 1992, cette notion de biodiversité, en même temps que celle de développement durable, a largement été médiatisée et vulgarisée auprès des responsables politiques et du grand public. Sa conservation est alors devenue un enjeu planétaire (Chauvet & Olivier, 1993). Encore récemment, le sommet mondial sur le développement durable de Johannesburg de 2002 et la récente conférence internationale sur la biodiversité de paris en janvier 2005, ont rappelé l'érosion rapide de la diversité biologique et l'urgence d'engager des programmes de recherche pour comprendre son organisation et mieux enrayer cette érosion. En effet, les taux actuels d'extinction des espèces, essentiellement dus à l'action humaine, sont environ mille fois supérieurs aux taux d'extinction naturels (Blondel, 1998). Déjà en 1992, Barbault et hochberg (1992) annonçaient la nécessité de mieux prendre en compte l'étude de la biodiversité dans les programmes de recherche, et insistaient sur l'importance d'une approche au niveau de la dynamique des populations et de l'écologie des communautés pour comprendre les patrons de biodiversité observés.

Les insectes représentent une part prépondérante de la biodiversité animale, ce sont des véritables acteurs du fonctionnement des écosystèmes qui interviennent à tous les niveaux des réseaux trophiques (Nageleisen & bouget, 2009). Avec plus d'un million d'espèces décrites, la diversité des insectes dépasse celle des autres animaux et des plantes (Stork 1988). Elle tient à leur grande capacité d'adaptation, en colonisant actuellement toutes les terres du globe, des

zones les plus arides (les déserts) aux zones les plus froides (la banquise). Ils ont un impact considérable sur l'environnement, même si leur taille reste assez modeste (Chinery, 2012).

Les insectes auxiliaires comprennent un large éventail d'espèces présentes sur la terre et jouent des rôles essentiels tels que la pollinisation des cultures, la régulation des populations d'insectes nuisibles et la décomposition de la matière organique. Leur diversité est énorme et comprend une variété d'espèces, notamment des pollinisateurs comme les abeilles, des prédateurs comme les coléoptères et les syrphes, et des parasites comme les guêpes parasites. Cette diversité se retrouve partout dans le monde, avec des espèces adaptées à un large éventail de climats, d'habitats et de types de cultures. Les insectes utiles contribuent de manière significative à la santé des écosystèmes et à la durabilité agricole, et leur conservation est donc cruciale pour garantir la sécurité alimentaire et préserver la biodiversité à l'échelle mondiale.

Les entomologistes estiment qu'une trentaine d'ordres ont été reconnus dans le monde, mais quatre d'entre eux représentent 80 % des espèces de la planète : les coléoptères avec environ 300 000 espèces, les diptères avec environ 150 000 espèces, suivis par les hyménoptères avec environ 125 000 espèces et enfin les lépidoptères avec environ 120 000 espèces (Lerote, 2003 ;Alboy, 2011). Chacun des quatre ordres précédents comprend plusieurs familles et espèces différentes, dont les plus importantes sont considérées comme des auxiliaires et respectueux de l'environnement. On mentionne parmi les coléoptères (Coccinellidae), les diptères (Syrphidae), les hyménoptères (Apidae et Vespidae), et les lépidoptères (Papilionidae et Nymphalidae) (Nizam *et al.*, 2022).

Les Coccinellidae sont considérées parmi les coléoptères auxiliaires prédateurs (Ipert & Brun, 1970). Elles furent les premières à être utilisées contre les insectes nuisibles (Bouras, 1990). Les coccinelles sont utilisées dans le cadre de nombreux projets de lutte biologique, afin de lutter contre plusieurs ravageurs comme les pucerons, les aleurodes ou bien les cochenilles (Michaud *et al.*, 2008). Selon Trouve *et al.*, 1996), en Algérie trois espèces des coccinelles ont été utilisées en lutte biologique il s'agit de :

Noviuscardinalis (Coleoptera, Coccinellidae) pour lutte contre la cochenille australienne *Iceryapurchasi* (Homoptera, Monophlebinae) des agrumes, *Pharoscymnus anchorago*(Coleoptera, Coccinellidae) prédateur de la cochenille blanche du palmier-dattier *Parlatoriablanchardi*(Homoptera, Parlatorinae). *Cryptoloemus montrouzieri* (Coleoptera,

Coccinellidae) prédateur de la cochenille farineuse *Pseudococcus citri* (Homoptera, Pseudococcidae) des agrumes.

Les Syrphidae comptent près de 6000 espèces dans le monde, cette famille dont la taille varie de quelques millimètres à 24 mm est reconnaissable facilement sur le terrain, à cause de son vol particulier en faisant du sur place (Gretia, 2009). Ils sont notamment connus pour leur ressemblance avec les hyménoptères (guêpes, bourdons et abeilles), dont ils miment non seulement l'apparence mais parfois le comportement. Ce groupe d'insectes se particularisent par plusieurs traits écologiques :

- Les syrphidés au stade larvaire, et plus précisément les aphidiphages, jouent un rôle significatif dans la protection des cultures (les pucerons étant des ravageurs de première importance pour la plupart d'entre elles) (Sarhou, 1996). Il existe de nombreuses larves phytophages utilisées comme agents de lutte biologique contre des mauvaises herbes, telles que *Cheilosia grossa* pour le contrôle de *Carduus nutans* et *Carduus pycnocephalus* (Rizza et al., 1988). Ils sont utilisés en tant que bioaccumulateurs de polluants (Bicik, 1986 in sarhou, 1996). Ils ont un grand potentiel de bio-indication environnementale, par leurs exigences écologiques spécialisées au stade larvaire, en ayant une variété d'habitudes alimentaires et une occupation de différents micro-habitats (Castella et al., 2008 ; Speight et al., 2018).

Les hyménoptères sont un ordre d'insectes généralement très bénéfiques à l'homme de par son rôle pollinisateur comme les Apidae (*Apis mellifera*, *Xylocopa violacea*) ou d'auxiliaire de cultures tel que les Vespidae (*Vespa crabro*, *Polistes dominula*). Ces auxiliaires peuvent parasiter tous types d'insectes tel que : les pucerons, les cochenilles, les chenilles ou encore les œufs de papillons. Sur les pucerons, le taux de parasitisme atteint 95% voire 99%, ce qui entraîne l'effondrement de la population du ravageur. Les hyménoptères parasitoïdes sont donc des auxiliaires de nettoyage très efficace. En général cet ordre a été utilisé en lutte biologique contre divers ravageurs de la culture (Baker, 2011).

Les lépidoptères (diurne et nocturne) constituent l'un des ordres les plus diversifiés chez les insectes après les coléoptères et les hyménoptères. Ils sont estimés à plus de 120 000 espèces dans le monde, dont près de 90% sont des papillons nocturnes (Holloway, 1976 ; Kristensen et al., 2007 ; Delfosse, 2016). Les papillons de jour (lépidoptères diurne), font parti du règne animal, sont des arthropodes, de la classe des insectes (Loyer & Petit, 1994). Ils comptent les sous-ordres des hétéroptères qui se réparti en deux groupes ; les hétérocères et les rhopalocères.

Les rhopalocères comptent deux supers familles, les hesperoidea et les papilionoidea. Les papilionoidea : regroupent tout les autres rhopalocères répartis en quatre grandes familles : Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae et Nymphalidae (Chinery & Leraut, 1998). Certaines espèces des Papilionidae (*Papilio polyxenes* et *Paapilio machaon*) et Nymphalidae (*Vanessa cardui* et *Danaus plexippus*) sont reconnus comme étant principaux pollinisateurs d'excellents bio-indicateurs d'habitats particuliers. Ils sont souvent utilisés car il répond très rapidement aux perturbations et les variations observées peuvent être les signes précurseurs de modifications voire de la disparition de l'habitat avec, dans certains cas, quelques années d'avance sur l'analyse floristique (Faure, 2006). La majorité de ces espèces sont auxiliaires à l'agriculture (en qualité d'agent de pollinisation), leurs chenilles sont très utiles lorsqu'elles se nourrissent exclusivement de mauvaises herbes (Moucha, 1972). Au cours de leurs différents stades de développements, les papillons servent de nourritures à de nombreux prédateurs (Boutin et al., 1991).

En Algérie, beaucoup de recherches ont ciblé plusieurs ordres, familles et espèces d'insectes auxiliaires, et les milieux dans lesquels ils se développent, ces travaux ont porté essentiellement des intérêts **écologiques, taxonomique et agronomique**. Parmi les quelles celles de (Sahraoui, 1998 & 2000), les coléoptères (Coccinellidae) *Coccinella algerica* kovar, *Hippodamia*, *Coccinella undecimpunctata* linné et *Clitostethus arcuatus* de (Lounes saharaoui et al., 2014, ; Lounes saharaoui et al., 2015) *Pharoscygnus numidicus* et *Exochomus nigripennis*, de (Lakhal, 2020) *Adalia bipunctata*, *Melanostoma mellinum* et *Chrysoperla carnea*, sur le cycle de vie de *Coccinella algerica* (Benoufella-kitouset al., 2021), sur la voracité *Pharoscygnus ovoideus* (Benameur-saggouet al., 2021). En ce qui concerne les Syrphidés, les recherches étaient fragmentaires, se réduisant à ceux de (Lucas, 1849 ; Becker, 1907 ; Sèguy, 1961 ; Hurkmans, 1993 ; Dirickx, 1994). A partir des années 1990, un effort long et soutenu a été déployé par des travaux couvrant la région d'El kala qui permet de signaler des espèces nouvelles pour l'Algérie comme : *Dasyrphus albostratus*, *Chamaesyphus lusitanicus*, *Brachypalpus laphriformis*, *Spilomyia maroccana* (Djellab, 1993), étendus ultérieurement à la région de Guelma où des espèces nouvelles pour l'Algérie ont été déclarer il s'agit de *Scaevamecogramma*, *Epistrophe melanostoma*, *Syrphus vitripennis*, *Brachypalpus valgus*, *merodon calcaratus* et *m. chalybeus* (Hafaressaset al., 2017). Parmi les travaux sur les hyménoptères (Apidae), l'étude de

Louadi&Doumandji (1998) dans la région constantinoise fait a permis d'identifier des espèces qui appartiennent aux auxiliaires : *Apis mellifera* et *Bombus ruderatussiculus*.

Cette étude est la première portant uniquement sur les insectes auxiliaires dans la région de Tébessa. Elle a été menée dans un environnement agricole principalement composé de cultures de : grenade (*Punicagranatum L.*), figues (*Ficus carica L.*). Les espèces herbacées sont (*Hertiacheirifolia L.*, *Cirsium acaulon L.* et *Senecio gallicus Vill.*).

L'intérêt de notre étude réside de Comprendre la composition des communautés d'insectes auxiliaires dans les différents écosystèmes de la région, notamment la diversité de leurs espèces et leur répartition spatiale. Cela peut contribuer à une meilleure compréhension du fonctionnement des écosystèmes. Aussi, préserver la biodiversité en documentant et en identifiant les facteurs qui affectent sa présence et sa répartition,

- Contribuer à la gestion de l'écosystème agricole et à l'amélioration de la sécurité alimentaire en fournissant des informations statistiques pouvant être utilisées par les chercheurs et les spécialistes de la lutte antiparasitaire agricole en améliorant la présence et l'activité des insectes utiles, ce qui contribue à réduire la dépendance aux pesticides chimiques, réduisant ainsi les risques à la santé humaine et à l'environnement, et assurer une production alimentaire durable et améliorer la sécurité alimentaire dans tous les pays du monde.

Cette étude est divisée en deux parties :

- ✓ La première partie qui concerne l'étude expérimentale on présente : la zone d'étude, méthodologie et techniques d'échantillonnage utilisées, ainsi que les clés d'identification des différentes familles ou espèces auxiliaires recensées.
- ✓ La deuxième partie présente et discute les résultats obtenus à partir des travaux réalisés, ainsi que la conclusion relative à l'étude.



Matériel

et

Méthodes

2. Matériel et Méthodes

2.1. Présentation de la région et la station d'étude (Tébessa - El-Hammamet)

2.1.1. La situation géographique de Tébessa

La wilaya de Tébessa fait partie des hautes plaines constantinoises. Elle est située à l'extrême Nord –Est de l'Algérie. Elle est délimitée au Nord par la wilaya de Souk-Ahras, à l'Ouest par la wilaya d'Oum el Bouaghi et Khenchela, au Sud par la wilaya d'El Oued et à l'Est par la Tunisie. Sa superficie est 13.878km² elle s'élève à environ 960m au-dessus du niveau de la mer (Fig. 01).

2.1.2. La situation géographique d'El-Hammamet

La station d'El-Hammamet est située au Nord-Ouest de Tébessa, avec une superficie d'environ **88km²**. Elle est délimitée par les coordonnées suivantes : **35°25'06.11"N** et **7°55'48.34"E**, à une latitude de **35°** à **36°** est et une longitude de **620°** à **758°** ouest. Elle est caractérisée par différents types de reliefs : montagnes, collines et plaines. Le couvert végétal est constitué de forêts à base de pin d'Alep associé aux genévriers, chêne vert et oliviers et de plantes herbacées (Mezhoud&Lagraa, 2017)

Elle est limitée:

- Au Sud : par la ville de Tébessa
- A l'Ouest : par le fossé d'effondrement d'El-Hammamet, Djebel Troubia, Djebel Essen et lesvilles de Cheria et BirMokadem
- Au l'Est : par le fossé d'effondrement de Tébessa-
- Au Nord : par le fossé d'effondrement de Tébessa-Morssott, Djebel Belkfif.

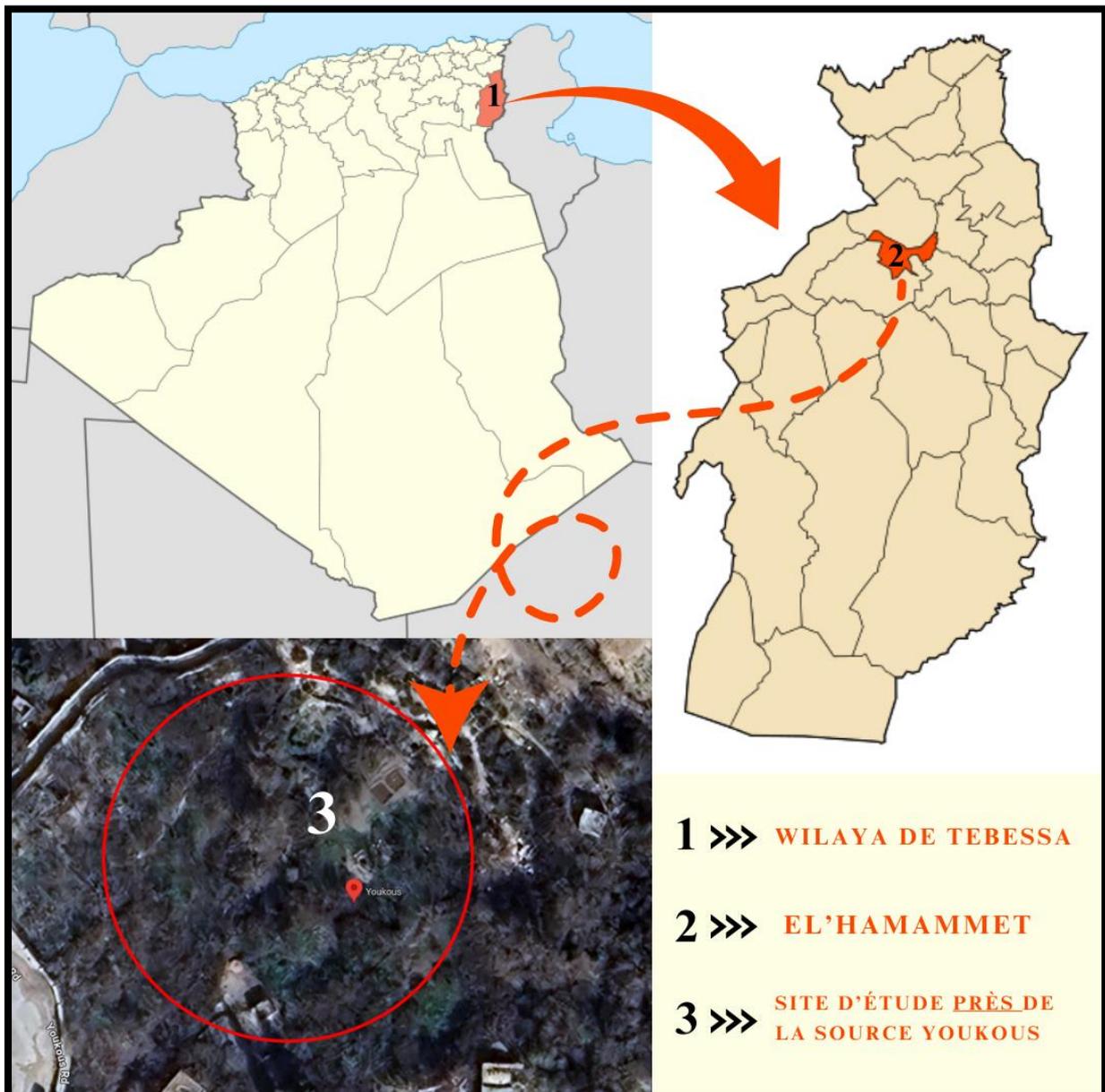


Figure01: Situation géographique du station et site d'étude (Google maps, 2024)

- **Climat général**

La station d'El-Hammamet est caractérisée par un Climat semi-aride sec et froid, un hiver froid et un été très chaud (O.N.M, 2023).

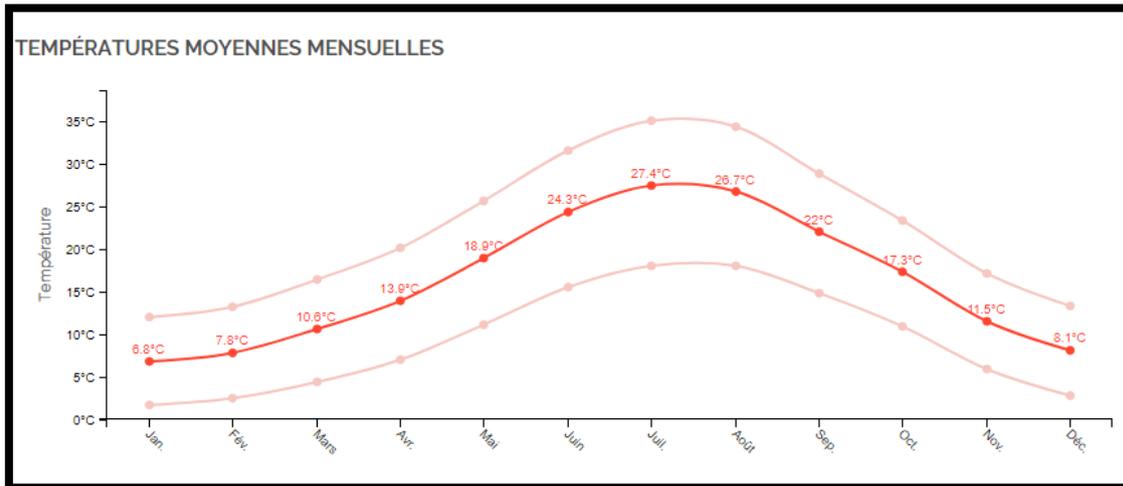


Figure 02 : Températures moyennes mensuelles d'El-Hammamet (2019/2023)

Le mois de juillet est le plus chaud de l'année, on observe une température moyenne de 27,4°C. Le mois de janvier est le plus froid de l'année. La température moyenne à cette période est de 6,8° (Fig. 02).

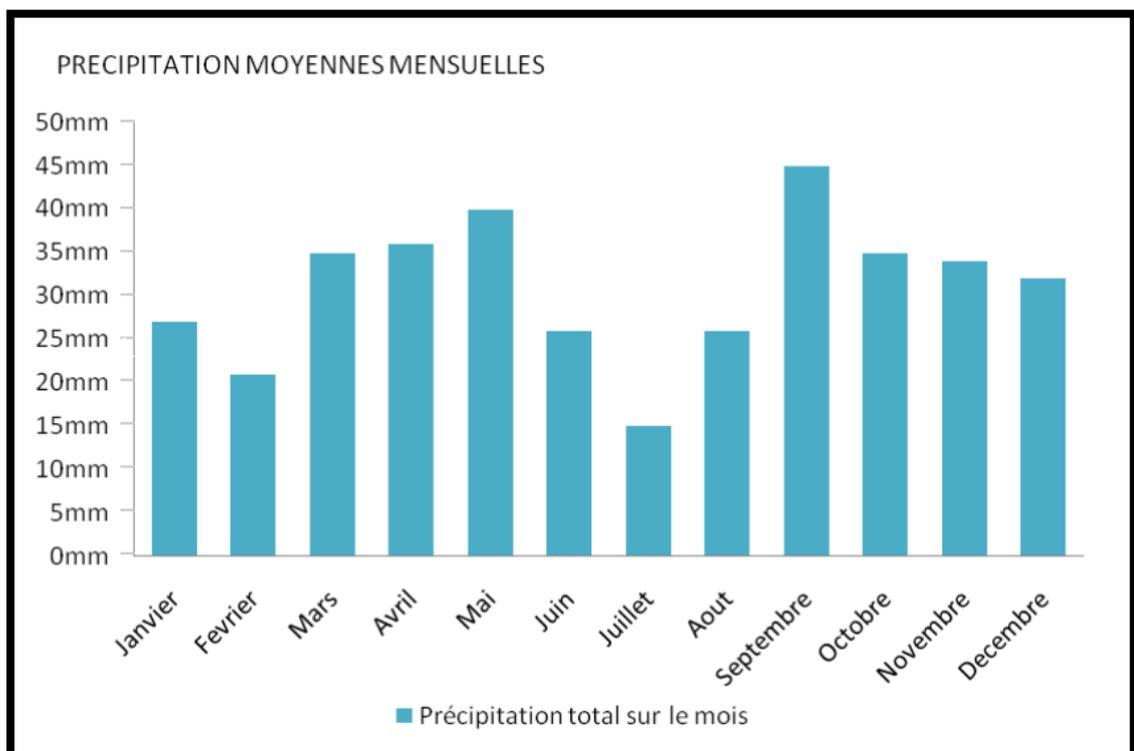


Figure 03 : Précipitations moyennes mensuelles d'El-Hammamet(2019/2023)

Des précipitations moyennes de 6% font du mois de Juillet le mois le plus sec. En Février, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 21% (Fig. 03).

2.1.3. Présentation du site d'étude

Le site d'étude choisi était près de la source de Youkous qui se situe entre les coordonnées 35°25'01.65"N, 07°57'46.66"E et une altitude de 965m, pour évaluer la diversité des insectes auxiliaires dans cette station. D'après [Mebarkia \(2022\)](#), la végétation de cette station est principalement composée de ligneux tels que le *Pinus halepensis*, *Ficus carica L.*, *Olea europaea*, *Citrus limon L.* et *Punicagranatum L.* Les espèces spontanées présentes dans la strate herbacée sont *Verbascumsinuatum L.*, *Hertiacheirifolia L.*, *Cirsium acaulon L.*, *Senecio gallicus Vill.*, *Deverrascopariacoss.*, *Marrubiumvulgare L.*, *Urospermumdalechampii L.*, *Sinapis arvensis L.*, *Malvasylvestris* et *Ecballium elaterium L.* (Fig.04).



Figure 04: Le site échantillonné dans la station

d'El-Hammamet

(Photos personnelles : 10-02-2024)

2.2. Méthodologie

2.2.1. Matériels utilisés sur terrain

- le piège Malaise. (Fig. 05)
- des bouteilles en plastique
- Alcool éthylique concentré 90% (1 litre d'alcool concentré dilué par 250 ml d'eau distillé)

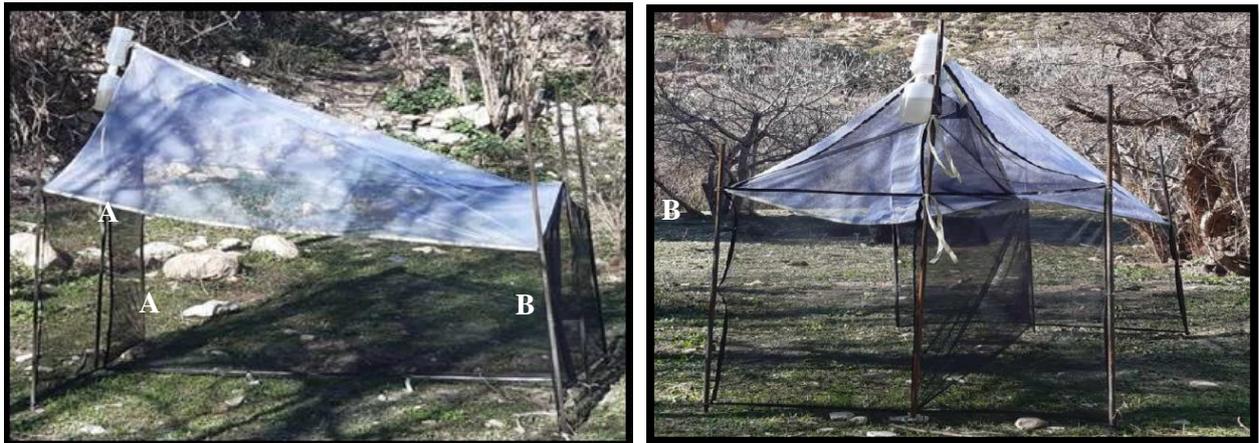


Figure 05 : Le piège Malaise (photos personnelles : 10-02-2024)

2.2.2. Matériels utilisés au laboratoire

- Loupe binoculaire.
- Alcool éthylique dilué
- Tubes secs
- Boîtes de petrie
- Pince
- Pipette
- Etiquettes

2.2.3. Méthode de travail

Les sorties sur le terrain ont été effectuées durant quatre mois. Du mois de février 2024 jusqu'au mois de Mai 2024. Les insectes ont été capturés par piégeage à l'aide du piège Malaise. Après avoir préparé le piège et l'avoir placé à l'endroit sélectionné chaque semaine, la récolte est collectée et les insectes capturés sont versés régulièrement dans une bouteille contenant de l'alcool éthylique dilué. Les groupes d'insectes seront classés en fonction de leur ordre et une étiquette sera posée sur les bouteilles pour indiquer les dates de récolte (Fig. 06, 07,08, 09).

L'identification des insectes a été réalisée sous une loupe binoculaire à l'aide des clés d'identification (Delvare&Aberlenc, 2000 ; Buck *et al.*, 2009 ; Mignon *et al.*, 2016 ; Speight, 2020)



Figure 06 : Les bouteilles de récolte (Photos personnelles 22-02-2024)



Figure 07 : Le matériel utilisé au cours de travail (Photos Personnelles)



Figure 08 : Les insectes capturés sont stockés dans des tubes secs contenant de l'alcool éthylique (Photos Personnelles)

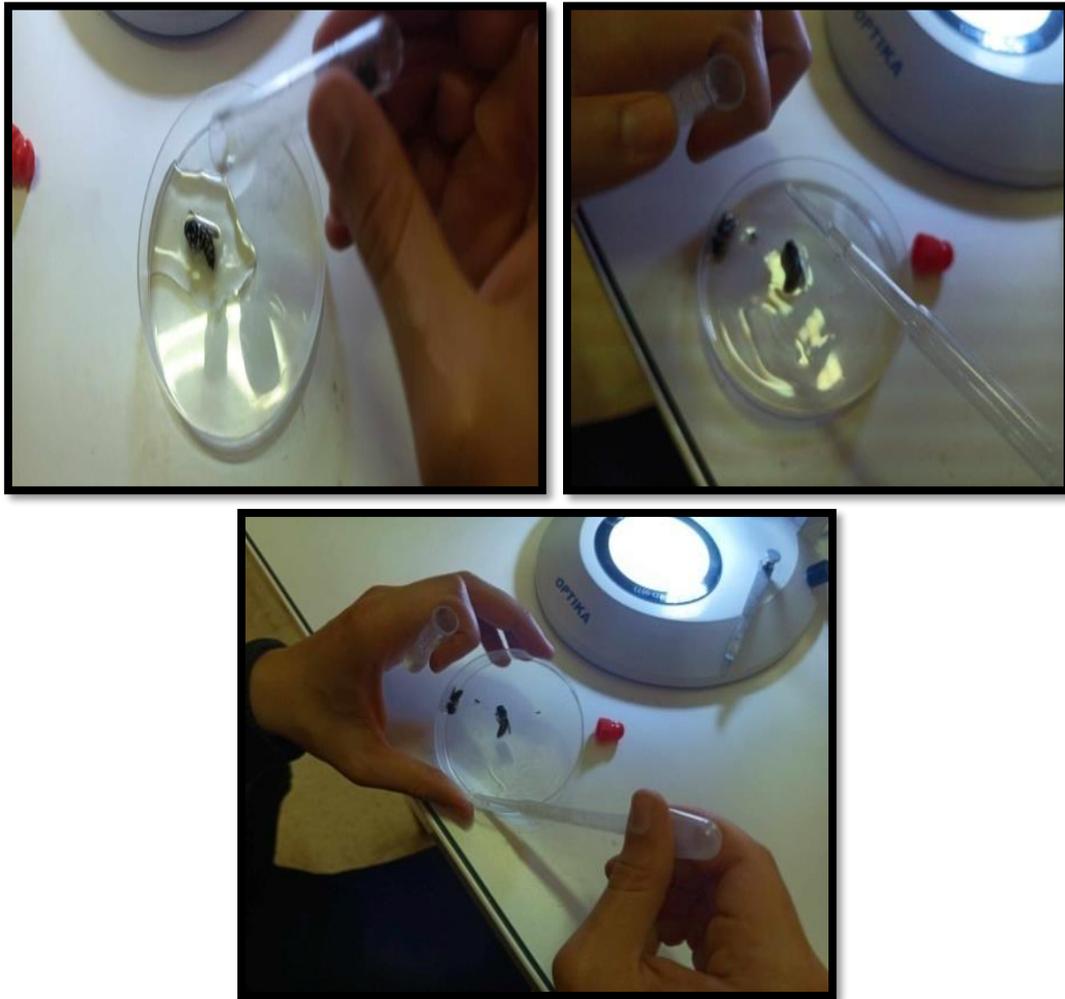


Figure09: La préparation des insectes pour identification sous la loupe binoculaire

(Photos Personnelles)

2.3. Exploitation des données

Afin d’exploiter les résultats relatifs aux insectes auxiliaires inventoriées, nous avons utilisé des indices écologiques qui pourraient nous permettre de caractériser la diversité des insectes.

2.3.1. Paramètres de composition

2.3.1.1. Richesse spécifique totale (S)

La richesse spécifique représente le nombre total d’espèces par unité de surface ou le nombre d’espèces que compte une communauté (Magurran, 2004). Dans le présent travail, la richesse totale est la somme des espèces piégées par le piège Malaise dans la station pendant quatre mois.

2.3.1.2. Abondance relative (AR%)

L'abondance relative est le pourcentage des individus de l'espèce (n_i) par rapport au total des individus N , toutes espèces comptées (Faurie *et al.*, 2003). Elle permet de préciser la place occupée par les effectifs de chaque espèce trouvée dans le biotope. Elle est calculée par la formule suivante :

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

n_i : nombre d'individus d'une espèce i

N : nombre total des individus toutes espèces comptées.

2.3.1.3. Fréquence d'occurrence (Constance) (C%)

La constance (C) est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (P_i) au nombre total de relevés (P), exprimé en pourcentage (Dajoz, 2006).

$$C (\%) = p_i / P \times 100$$

C : Fréquence

P_i : Nombre de relevés contenant l'espèce i

P : Nombre total de relevés. Bigot & Bidot (1973) distinguent cinq catégories d'espèces selon leur constance :

$C=100\%$ Espèce omniprésente.

$50\% \leq C \leq 100\%$ Espèce constante.

$25\% \leq C \leq 49\%$ Espèce accessoire.

$10\% \leq C \leq 24\%$ Espèce accidentelle.

$C < 10\%$ Espèce très accidentelle (sporadique).

2.3.2. Paramètres de structure

2.3.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

L'indice de diversité de Shannon & Weaver permis d'avoir d'information ; apportée par un échantillon (Dajoz, 2003). Sur les structures du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus sont repartis entre plusieurs espèces. Il effectués :

$$H' = -\sum [P_i \log_2 P_i] \text{ avec } P_i = n$$

Elle s'exprime :

H' : Diversité spécifique exprimé en Bit par individu (Binary digit).

P_i : fréquence relative de l'espèce i dans un peuplement

n_i : effectif de l'espèce i

N : effectif total du peuplement

Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits. Cet indice fluctue généralement entre 0,5 et 4,5 (Faurie *et al.*, 2003).

2.3.2.2. Équitabilité de Pielou (équirépartition)

L'équitabilité (E), résulte du rapport de la fonction d'information de Shannon (1948), H , pour les occurrences et de la valeur théorique maximale (H_{\max}).

L'équitabilité constitue une seconde dimension fondamentale de la diversité (Ramade, 1984).

Elle est le rapport entre la diversité spécifique (H') et la diversité maximale (H_{\max}) elle s'exprime comme suit :

$$E = H' / H_{\max} \text{ avec } H_{\max} = \log_2 S$$

Elle s'exprime :

H' : Est l'indice de diversité de Shannon- Weaver exprimé en bits.

H_{\max} : C'est la diversité maximale en bits, Elle égale à $H_{\max} = \log_2 S$, S étant le nombre d'espèces.

L'indice d'équirépartition E est compris entre 0 et 1. S'il tend vers 1, les effectifs des espèces de peuplement sont en équilibre entre elles (Ramade, 1984).

Cet indice nous renseigne sur l'état d'équilibre du peuplement selon lequel cinq classes ont été établies :

- $E > 0,80$: peuplement en équilibre.
- $0,65 > E > 0,80$: peuplement en léger déséquilibre.
- $0,50 > E > 0,65$: peuplement en déséquilibre.
- $0 > E > 0,50$: peuplement en déséquilibre fort.
- $E = 0$ peuplement inexistant.



Résultats

3. Resultats

3.1. Indices écologiques appliquées aux espèces capturées

Les indices écologiques de composition prises en considération sont : la richesse spécifique(S), l'abondance relative (AR), la fréquence d'occurrence (C%). Et concernant les paramètres de structure sont : Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et L'équitabilité de Pielou (E).

3.2. Liste systématique des espèces auxiliaires recueillies dans la station d'El-Hammamet

Les résultats de la richesse totale obtenus pour la station d'étude sont consignés dans le tableau (01).

Tableau 01 : Richesse spécifique des différents espècesauxiliaires dans la Station d'El-Hammamet 2024.

Ordre	Famille	Espèce
Diptera	Syrphidae	<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Meliscaeva auricollis</i> (Meigen, 1822)
		<i>Chrysotoxum intermedium</i> (Meigen, 1822)
		<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)
		<i>Scaeva selenitica</i> (Meigen, 1822)
		<i>Eupeodes lungier</i> (Meigen, 1822)
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Hylaeus modestus</i> Say, 1837
	Vespidae	<i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791)
		<i>Vespula germanica</i> (Fabricius, 1793)
	Ichneumonidae	<i>Enicospilus purgatus</i> Stephens, 1835
		<i>Diaparsis</i> sp
		<i>Diadegma</i> sp
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)

Pendant la période d'étude, 14 espèces de 03 ordres (Diptera, Hymenoptera, Coleoptera) ont été identifiées, réparties dans cinq familles : Syrphidae (6 espèces), Ichneumonidae (03 espèces),

Vespidae (02 espèces), Apidae (02 espèces) et Coccinellidae (une seule espèce) Les photos des espèces déterminées sont présentées en annexe.

3.2.1. Variation temporelle de la richesse spécifique (S)

La variation temporelle de la richesse spécifique est représentée par la figure 10.

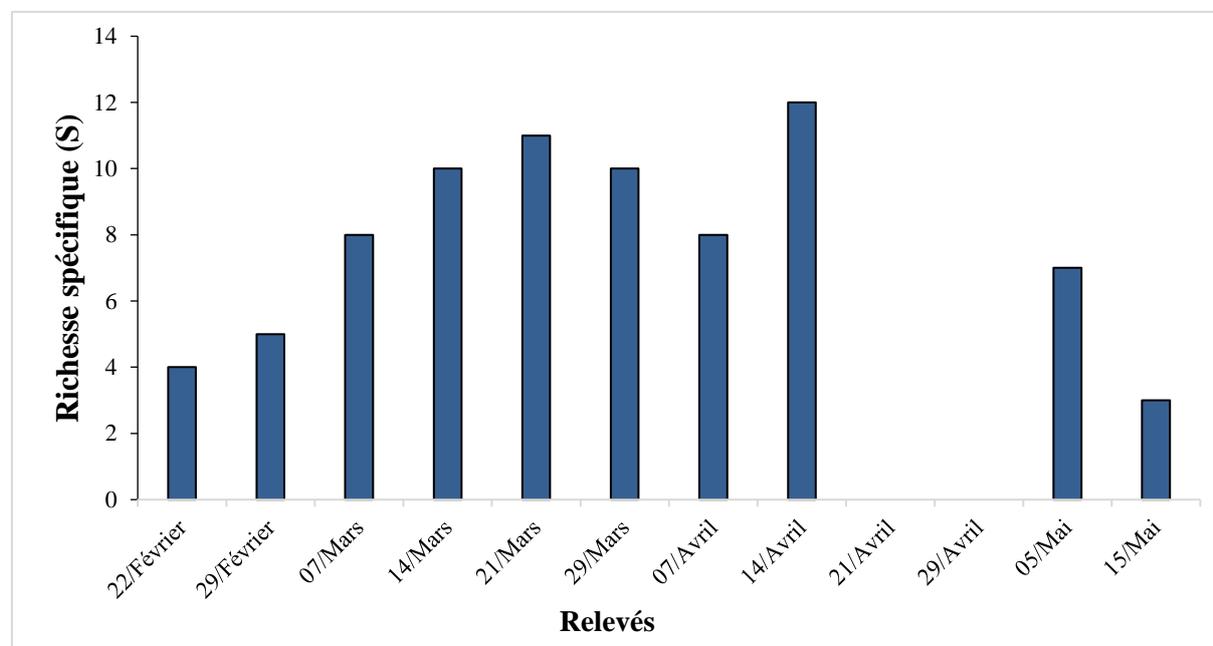


Figure 10 : Variation temporelle de la richesse spécifique totale dans la station d’El Hammamet (2024).

Le nombre d'espèces diffère d'un relevé à l'autre. Le relevé initial a été marqué par la présence de quatre espèces. Ce chiffre s'accroît pendant les mois de Mars et Avril, à l'exception des relevés du 29 Mars et du 07 Mars, où 10 et 8 espèces ont été enregistrées, pour atteindre le maximum avec 12 espèces le 14 Avril, puis une baisse a été observée pour les relevés du mois de mai (07 et 03 espèces).

**Quant aux deux sorties mentionnées en avril (21 et 29), La découverte du piège Malaise déchiré a entraîné l'absence des données.*

3.2.2. Abondance relative AR (%)

Les abondances relatives des insectes auxiliaires inventoriés dans la région d’El Hammamet sont représentées dans la figure 11.

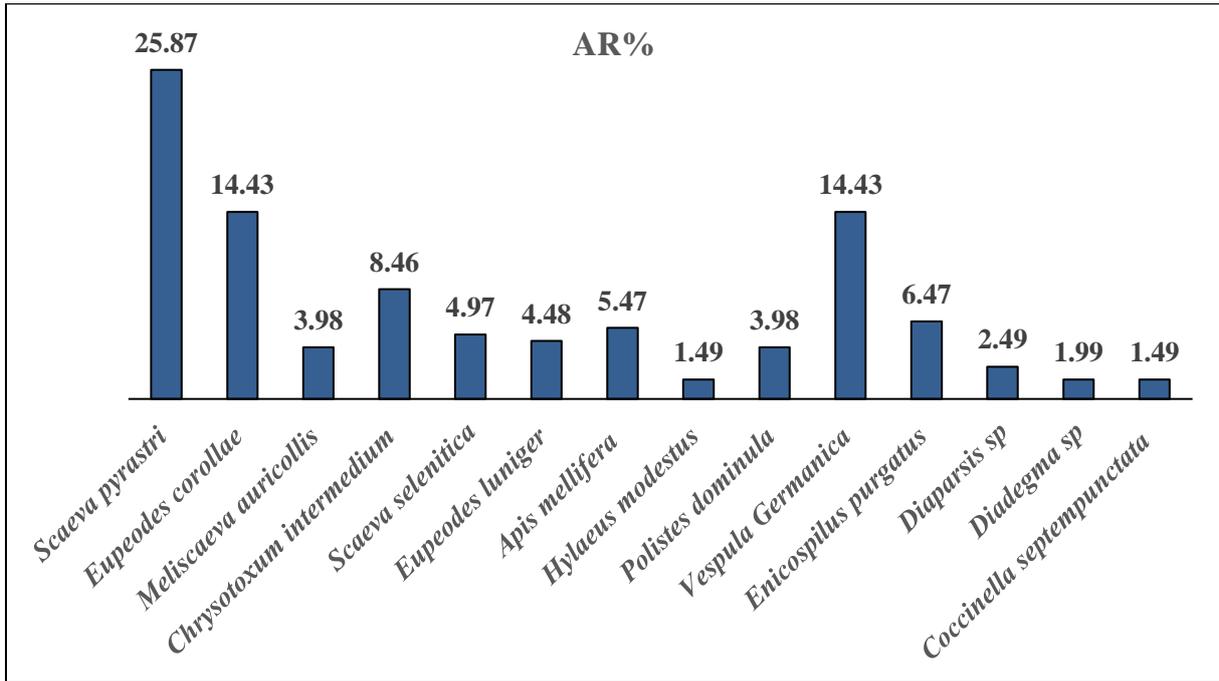


Figure 11: Abondance relative des espèces inventoriées dans la station d’El Hammamet 2024.

L’espèce la plus abondante est *Scaeva pyrastris* par le pourcentage de (25,87%), suivie par *Eupeodes corollae* et *Vespula germanica*(14.43%) et *Chrysotoxum intermedium*(8.46%). Ensuite viennent les espèces *Enicospilus purgatus* (6.47%), *Apis mellifera*(5.47%), *Scaeva selenitica* (4.96) et *Eupeodes lungier*(4.48%).

Les espèces qui sont présentes avec des faibles pourcentage sont *Meliscaeva auricollis* et *Polistes dominula* avec (3.98%), *Diaparsis sp* (2.49% , 1.99%), *Hylaeus modestus* et *Coccinella septempunctata* avec (1.49%).

La Figure 12, représente l’abondance relative des ordres inventoriés dans la station d’étude

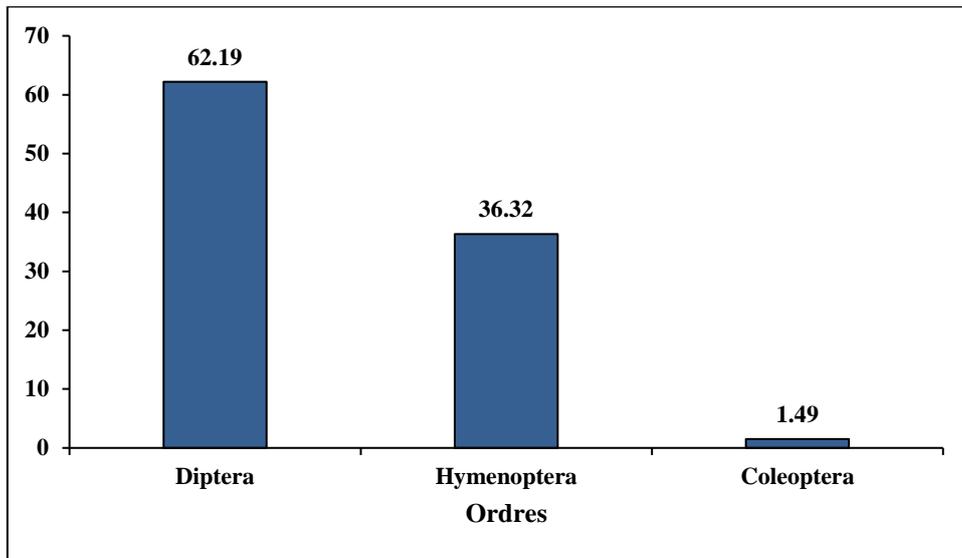


Figure 12 : Abondance relative des ordres inventoriés dans la station d’El Hammamet 2024

L’ordre le plus abondant est Diptera par le pourcentage de (62.19 %) qui rassemble une seule famille (les syrphidés), suivie par Hymenoptera (36.32 %) qui est représenté par 03 familles (Apidae, Vespulidae et Ichneunominidae), l’ordre Coleoptera vient en dernière position (1.49 %) représenté par une seule famille.

3.2.3. Fréquence d’occurrence

La classification des espèces selon leur fréquence d’occurrence est représentée dans la figure 13.

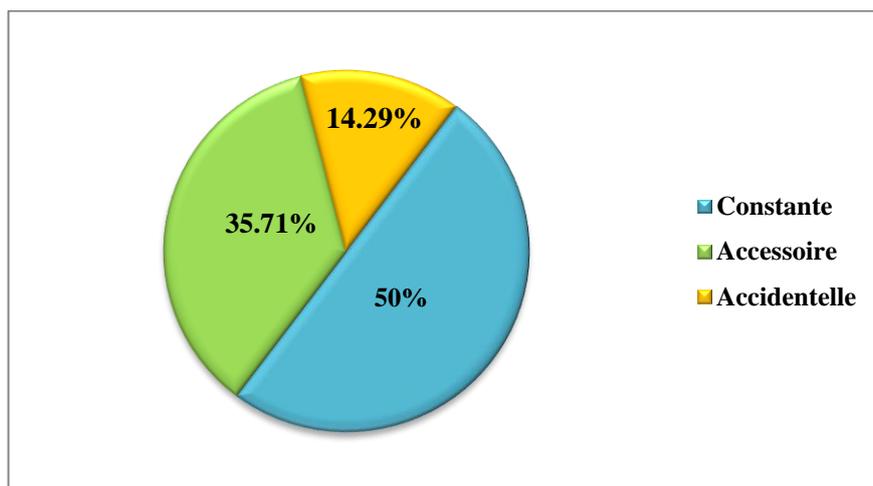


Figure 13 : Fréquence d’occurrence des différentes espèces recensées dans la station d’El Hammamet 2024.

La figure (13) montre les 03 catégories d'espèces rencontrées dans la station selon leur fréquence d'occurrence (C%).

La catégorie la plus présente est la constante avec **50%**, qui rassemble 07 espèces : *Scaeva pyrastris*, *Eupeodes corollae*, *Chrysotoxum intermedium*, *Scaeva selenitica*, *Apis mellifera*, *Vespula germanica* et *Enicospilus purgatus*. La catégorie des Accessoires avec le pourcentage d'occurrence de **35.71%** a elle est représentée par les espèces suivantes *Meliscaeva auricollis*, *Eupeodes lungier*, *Polistes dominula*, *Diaparsis sp* et *Diaparsis sp*. Les espèces *Hylaeus modestus* et *Coccinella septempunctata* appartiennent à la catégorie des Accidentelles avec un pourcentage égal à **14.29%**.

3.2.4. L'indice de Shannon- Weaver (H') et de l'équitabilité (E)

Les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver (H') et d'équitabilité (E) appliquée sur les espèces recensées sont signalées dans la figure (14) :

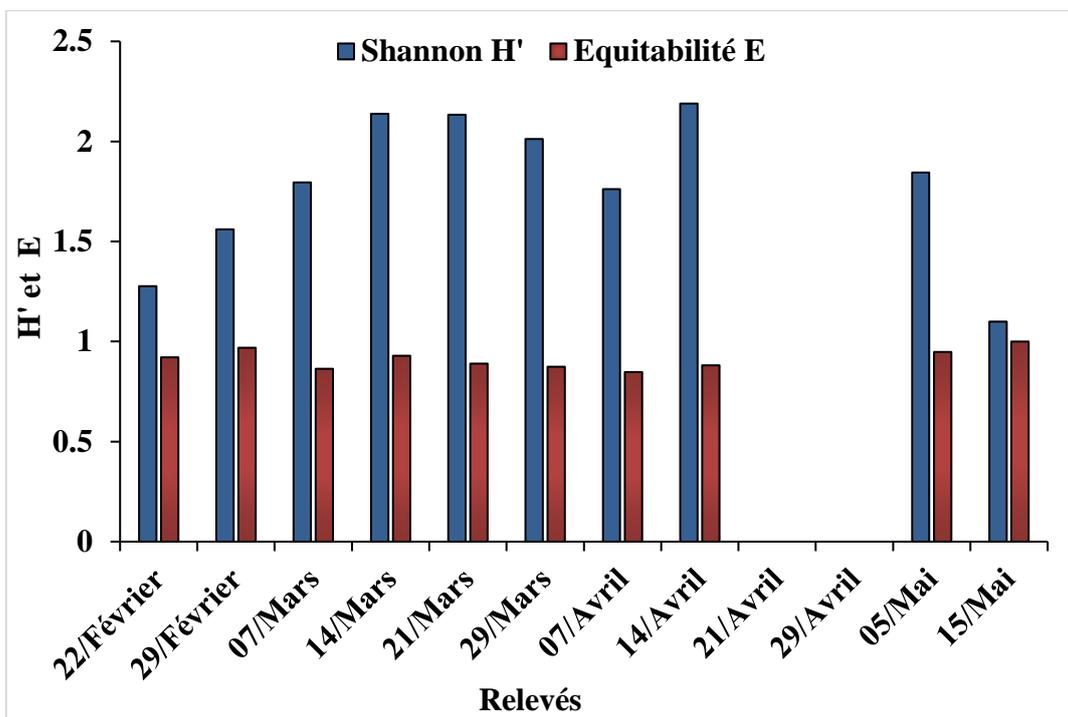


Figure 14 : Variation temporelle des indices de Shannon-Weaver et l'équitabilité des différentes espèces recensées durant la période d'étude.

L'indice de Shannon a enregistré respectivement les valeurs de (1.27; 1.56 ; 1.79; 2.13 bits) durant les cinq premiers relevés, pour marquer une simple diminution le 29 mars et 07 avril avec (2.01 ; 1.76 bits). Le maximum pour H' a été observée durant le 14 Avril avec 2.19 bits. l'indice minimum (1.09 bits) était enregistré le 15 mai.

L'indice de l'équitabilité a été enregistré par des valeurs très proches dans les relevés 22/02, 29/02, 14/03 et 08/05/2024 avec (0,92,094 et 0.96), puis les relevés 07/03/, 21/03, 29/03 et 07/04/2024 diminuent successivement avec (0.88, 0.87,0.84). Le 15 mai a été caractérisé par la valeur maximale ($E=1$) et le minimum ($E=0.84$) dans le 7 avril.



Discussion

4. Discussion

Afin d'évaluer la diversité des insectes auxiliaires dans la région de Tébessa, nous avons sélectionné comme site d'étude une station près de la source de Youkous. Nous examinerons en détail les résultats de l'inventaire réalisé cette station.

Après une période d'échantillonnage s'étendant de février 2024 à mai 2024, 03 ordres d'insectes auxiliaires ont été recensés, il s'agit de Diptères, Hyménoptères et coléoptères avec un total de 14 espèces ; Les 06 espèces de la famille des Syrphidés étaient connues pour leur appartenance à la sous-famille des Syrphinae, qui se distingue par sa zoophagie. Selon (Sadeghi & Gilbert, 2000), une larve peut manger 1200 pucerons pendant le stade larvaire

En ce qui concerne la région de Hammamet, les mêmes sous-familles (Syrphidae, Melisiinae et Eristalinae) Ces mêmes sous-familles ont été précédemment signalées dans des recherches antérieures menées par Guenz & Ababsia (2006), d'après ces travaux, le nombre des espèces signalé est de 09 et 12 respectivement, (Mebarkia, 2020) à signalé la présence de 17 espèces auxiliaires de Syrphinae dans la région d'El Hammamet .

La famille Syrphidae est la plus présente dans la station étudiée, ce qui peut refléter la diversité floristique des habitats, comme le suggère Stubbs & Falk (1983). Cela s'explique par le fait que cette sous-famille des Syrphinae est connue pour ses larves prédatrices qui se nourrissent d'une variété importante d'espèces de pucerons, en raison de la diversité floristique présente dans les habitats. Au cours de notre étude, toutes les espèces de la famille des Syrphidés ont été identifiées comme des prédateurs (aphidiphages) à l'état larvaire et des pollinisateurs à l'état adulte. Selon (Raymond *et al.*, 2014) près de 250 espèces de la sous-famille des Syrphinae et Melisiinae consomment des pucerons. Certaines larves sont très polyphages comme *Scaeva pyrastris* qui peut consommer plusieurs dizaines d'espèces différentes ; et selon (Stubbs & Falck, 2002) Les femelles pondent environ 500 à 1000 œufs et chaque larve consomme environ 400 pucerons pendant sa vie de 8 à 15 jours d'existence. Les larves de Syrphidae ont une grande mobilité et peuvent s'approprier l'ensemble d'une plante. Celle-ci attrape les pucerons, les détache de leur support et en aspire le contenu.

Pour les Apidae, l'*Apis mellifera*, une espèce pollinisatrice d'excellence (Ruttner *et al.*, 1990) Concernant les Vespulidae De nombreuses espèces sont des vecteurs de pollen et contribuent à la pollinisation de plusieurs plantes (Borror & DeLong's, 2004). Elles chassent des mouches, des

chenilles ainsi que d'autres insectes nuisibles (parasites du bétail par exemple) pour nourrir le nid (Sühset *al.*, 2009).

4.1. La variation de la richesse spécifique.

Le nombre d'espèces observées fluctue d'un relevé à l'autre. Au début, quatre espèces ont été identifiées. Ce chiffre a augmenté jusqu'en avril, atteignant un pic de 12 espèces, avant de diminuer en mai.

Au cours de la première quinzaine de mai, nous avons observé 12 espèces de Syrphidés, ce qui correspond au même nombre signalé par (Mébarkia, 2012).

Dans la station de Hammamet, respectivement 18 et 16 espèces de la famille des Syrphidés ont été observées au mois d'avril et lors de la première quinzaine de mai, tandis que seulement 4 espèces ont été signalées durant la même période par Boukria & Farhani (2016). D'autres études menées dans la station de Hammamet ont également noté un pic de diversité spécifique en août 2003 et en juin 2006. Guenez & Ababsia (2006).

Les données climatiques enregistrées par la station météorologique confirment cet impact sur le nombre d'espèces inventoriées et expliquent les variations entre les pics enregistrés en 2012 et 2013 (23,1 °C en avril 2013, contre 14,4 °C en 2012 ; 26,5 °C en mai 2013, contre 19,3 °C en 2012).

4.2. L'abondance relative

Pour la station de Hammamet, en ce qui concerne les Syrphidés, l'espèce la plus abondante est *Scaeva pyrastris* par le pourcentage de (25,87%), suivie par *Eupeodes corollae* et *Vespa germanica* (14,43%) et *Chrysotoxum intermedium* (8,46%). Ensuite viennent les espèces *Enicospilus purgatus* (6,47%), *Apis mellifera* (5,47%), *Scaeva selenitica* (4,96) et *Eupeodes lungier* (4,48%).

Les espèces qui sont présentes avec des faibles pourcentage sont *Meliscaeva auricollis* et *Polistes dominula* avec (3,98%), *Diaparsis sp* et *Diadegma sp* (2,49%, 1,99%), *Hylaeus modestus* et *Coccinella septempunctata* avec (1,49%).

Selon Soualhia & Farhani, (2022) *Eupeodes corollae* est l'espèce la plus abondante dans la station d'el Hammamet, elle présente dans les milieux ouverts et prairies (Speight, 2010),

4.3. La fréquence d'occurrence

montre les 03 catégories d'espèces rencontrées dans la station selon leur fréquence d'occurrence (C%).

La catégorie la plus présente est la constante avec **50%**, qui rassemble 07 espèces : *Scaeva pyrastris*, *Eupeodes corollae*, *Chrysotoxum intermedium*, *Scaeva selenitica*, *Apis mellifera*, *Vespula germanica* et *Enicospilus purgatus*. La catégorie des Accessoires avec le pourcentage d'occurrence de **35.71%** a elle est représentée par les espèces suivantes *Meliscaeva auricollis*, *Eupeodes lungier*, *Polistes dominula*, *Diaparsis sp* et *Diaparsis sp*. Les espèces *Hylaeus modestus* et *Coccinella septempunctata* appartiennent à la catégorie des Accidentelles avec un pourcentage égal à **14.29%**.

Les espèces constantes étaient majoritairement les Syrphides, ce qui peut refléter la variation des niches écologique. Selon [Gilbert \(1993\)](#), les Syrphidés exploitent un large éventail d'habitats et de niches écologiques, et ils sont des indicateurs utiles de l'intégrité écologique des écosystèmes écologiques. D'autres études réalisées au niveau de cette station ont montrées que les syrphidés sont constants et omniprésents ([Mebarkia, 2012](#) ; [Soualhia&Farhani, 2022](#))

4.4. L'indice de diversité spécifique

(Indice de Shannon- Weaver) est élevé lorsque la richesse taxonomique est importante et la répartition des individus entre taxons est équilibrée. Un indice avec de faibles valeurs traduit un peuplement moins diversifié avec des espèces dominantes ([Faurie et al., 2003](#)).

Pour la station les deux dernières sorties de mois de mars ont été enregistré les plus grandes valeurs 2.13 et 2.19 bits, alors que la plus basse valeur a été signalée dans la dernières sortie de mois de mai avec 1.09 bits. **L'indice d'équitabilité** enregistré indique que le peuplement des espèces est équilibré le long de la période d'étude avec des valeurs très proches de 1.



Conclusion
et
perspectives

5. Conclusion et perspectives

En conclusion, les résultats de cette étude sont un premier pas vers l'éclaircissement rôle des insectes auxiliaires dans la biodiversité. Malgré leur abondance et les services écosystémiques qu'ils fournissent, ils ont été relativement négligés en termes d'efforts de conservation. Pour évaluer la biodiversité d'une région, des données détaillées sur la situation des espèces et leur répartition sont essentielles, sachant que les insectes sont prédominants dans la plupart des écosystèmes. Parmi les insectes, les diptères se distinguent par leur grande diversité en termes de richesse en espèces, d'exploitation de l'habitat, d'histoires de vie et d'interactions avec l'humanité. Les Syrphidés sont particulièrement intéressants car ils exploitent un large éventail d'habitats et de niches écologiques, ce qui en fait des indicateurs précieux de l'intégrité écologique des écosystèmes.

L'étude menée dans la région de Hammamet a révélé une diversité d'espèces significative, avec des variations saisonnières observées. La sous-famille Syrphidae a été prédominante dans la station, probablement en raison de la diversité floristique des habitats, favorisée par les larves prédatrices qui se nourrissent d'une variété de pucerons. Grâce à cette étude préliminaire, trois ordres d'insectes auxiliaires ont été identifiés (Diptères, Hyménoptères et Coléoptères) démontrant l'importance de la région étudiée pour la conservation de la biodiversité des insectes auxiliaires.



Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

-A-

Albouy, V. (2011). Bien débuter en entomologie. Editions Glénat, P : 63.

-B-

Baker, N. (2011). Sur la piste des insectes. De la chaux et Niestle SA. Parie, 90-98 p.

Becker, T. (1907). Die Ergebnisse meiner Dipterologischen Frühjahresreisen nach Algerien und Tunis. Zeitschrift für systematische Hymenopterologie und Dipterologie. 7, 225–256.

Benameur-Saggou, H., Benterbah, F., Neciri, M., Remli, M., Boukhlal, O., Chennouf, R., & Benbrahim, K. (2021). Inventaire des coccinelles de la région d'Ouargla et étude de ses capacités prédatrices. Revue des Bioressources, 11(2), 12-12.

Benoufella-Kitous, K., Mehalli-Ouldkadi, N., & Temzi, K. (2021). A life cycle study of *Coccinella algerica* Kovar, 1977 (Coleoptera, Coccinellidae): Census of a new larval stage in this lady beetle from Béni-Douala area (Tizi-Ouzou). Journal of Plant Protection Research, 41-46.

Bigot, L., & Bodot, P. (1972). Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera*. Etude descriptive de l'habitat et de la faune des invertébrés inventoriés. Vie et Milieu, 23–43.

Blondel, J. (1998). Biologie de la conservation : Enjeux et contraintes dans les pays industrialisés. Actes du colloque *3e rencontres Routes et faune sauvage Coll.*, Strasbourg, 30-08/02-10-1998. Association Française des Ingénieurs Ecologues.

Borror, R. ; DeLong's, S. (2004). Introduction to the Study of Insects Norman F. Johnson, Charles A. Triplehorn. Brooks Cole

Boukria, D. (2008). Contribution à l'étude systématique et écologique de la famille Syrphidae ordre Dipterae de la région de Bekkaria (Tébessa). Mémoire de fin d'étude de diplôme d'étude supérieur en zoosystématique, Centre universitaire Cheikh Laarbi Tebessi Tébessa. 64 pages.

Boukria, D., &Farhani, M. (2016). Analyse de la biodiversité de la famille des Syrphidae le long d'Oued Bouakkous, Hammamet (Tébessa) (Memore de Master Universitelaarbitebessitebessa).

Bouras F., (1990). « Contribution à l'étude écologique de l'entomofaune des céréales (orge-blé dur) au niveau d la station ITGC de Sétif ». Mémoire de fin d'étude, institut national des sciences biologiques de Sétif, 94p.

Boutin M. Poiret P. Reille A. Zuber C. Dumond J.-B. Sourd C., Terrasse J.-F. et Todisco M., (1991). Les papillons. Ed. WWF International copyright, Paris, N° 45 : 35p.

-C-

Castella, E., Speight, M. C., &Sarthou, J. P. (2008).L'envol des Syrphes. Espaces naturels, 21, 22–23.

Chauvet, M., & Olivier, L. (1993). La biodiversité, enjeu planétaire : Préserver notre patrimoine génétique. Sang de la Terre, 413 p.

Chinery M. &LerautP., (1998). Photo guide de papillons d'Europe. Ed. Delâchaux et Niestlés, Paris, 679p.

Chinery. (2012). Insectes de France et d'Europe occidentale. Flammarion.

-D-

Dajoz, R. (2003) : Précis d'écologie ; Edition. Dunod, Paris. 615 pages.

Delfosse, E. (2016). Le nombre d'espèces vivantes connues en France et dans le monde : les Panarthropodes, les Chélicériformes marins, les Pancrustacés autres que les Insectes (Arthropoda). Le Bulletin d'Arthropoda, (49), 5-19 p.

De Fontaubert, A. C., Downes, D. R., &Agardy, T. (1996). Biodiversity in the seas: Implementing the convention on biological diversity in marine and coastal habitats (Vol. 32). Iucn.

Dirickx, H. G. (1994). Atlas des Diptères syrphidés de la région méditerranéenne. Documents de Travail de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique.

Djellab, K., Nouar, J., & Benmansour, A. (2013). Diversité et écologie des Diptères Syrphidae (Insecta) de la cédraie de Tébessa (Algérie). *Revue de zoologie africaine*, 129(2), 313-320.

Djellab, S. (1993). Inventaire et écologie des Syrphidés (ordre : Diptera) dans le parc national d'El Kala. Thèse de magister. Université d'Annaba 184 pages.

-F-

Faurie, C., Ferra, C., Médori, P., Déuaux, J., & Hemptinne, J. I. (2003). *Ecologie approche scientifique et pratique*. 5ème édition, Lavoisier.

Faurie, C.; Ferra, C. Medori, P. Devaux, J. et Hemptienne, JL. (2003): *Ecologie, Approche scientifique et pratique*. 5ème édition, Ed. Tec et Doc (Lavoisier). 407 pages.

Faure, E., (2006). *Insectes d'altitude, Insectes en altitude. Suivie de milieux ouverts dans le parc naturel régional du luberon par des papillons de jour (rhopalocères) bioindicateurs*. Soc. His. Nat. Alcide-d'Orbigny, 17 p.

-G-

Gaston, K. J., & Spicer, J. I. (1998). *Biodiversity: An introduction*. Blackwell Science. Oxford, G.- B., 128 p.

Gilbert, F. A. (1993). Preying strategies and the stability of predator-prey populations. *Journal of animal ecology*, 62(2), 417-426.

Gosselin, M., Fady, B., & Lefevre, F. (2004). Labiodiversité : Définitions, enjeux et débats scientifiques. In Gosselin, M., & Laroussinie, O. (Eds.), *Gestion Forestière et Biodiversité : Connaître pour préserver - synthèse bibliographique*. Cemagref Editions, p.16-39.

GRETIA. (2009). État des lieux des connaissances sur les invertébrés continentaux des Pays de la Loire. Bilan final. Rapport GRETIA pour le Conseil Régional des Pays de la Loire. 395 p.

Guenz, F., & Ababsia, M. H. (2006). Contribution à l'étude des Syrphidae (Diptera) de la région de Guelma (Algérie). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 101(4), 489-494.

-H-

Holloway, J. D. (1976). A survey of the Lepidoptera, biogeography and ecology of New Caledonia. *SeriesEntomologica*, 15, 1-50 p.

Hurkmans, W. (1993). A monograph of Merodon (Diptera: Syrphidae). *Tijdschriftvoor Entomologie*, 136, 147–234.

Haffaressas, B., Djellab, S., Samraoui, F., Alfarhan, A. H., Gilbert, F., Ricarte, A., & Samraoui, B. (2017). Hoverflies of the Guelma district, with species new to Algeria and North Africa (Diptera: Syrphidae). *Annales de la Société entomologique de France (NS)*, 53 (5), 324–333.

-I-

IPERTI G., & BRUN. (1970). Rôle d'une quarantaine pour la multiplication des coccinelles Coccidiphages destinées à combattre la cochenille du palmier dattier (*Parlatoria blanchardi* Tag.) en Adrar mauritanien. *Rev. Fruits, I.N.R.A., Paris*, 619-637 p.

-K-

Kristensen, N. P., Scoble, M. J., & Karsholt, O. (2007). Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. *Zootaxa*, 1668, 699–747.

-L-

Lakhal, M. A. (2020). Evaluation de la diversité des prédateurs naturels des pucerons, en particulier les coccinelles (Coleoptera:Coccinellidae) des différentes cultures dans les régions Alger et Blida (Thèse de doctorat).

Leraut, P. (2003). Le guide entomologique. Delachaux et Niestlé SA, P : 527. **Louadi, K., &**

Doumandji, S. (1998). Diversité et activité de butinage des abeilles (Hymenoptera Apoidea) dans une pelouse à thérophytes de Constantine (Algérie). *The Canadian Entomologist*, 130(5), 691-702.

Loyer B. & Petit D., (1994). 100 Papillons faciles à voir. Ed. Nathan, Paris, 159 p.

Lucas, H. (1849).Huitième ordre. Les diptères. In: Lucas H, editor. Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1842. Histoire naturelle des animaux articulés 3. Paris : Insectes. 414–503.

-M-

Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity Blackwell Publishing. Malden.

Mebarkia, N. (2012) : Inventaire et écologie des Syrphidés dans les milieux anthropisés (Cas des jardins, wilaya de Tébessa).Mémoire de Master en Santé et Environnement. Université de Tébessa. 92 pages.

Mebarkia. N. (2020). Diversité des communautés de syrphes (Diptère : Syrphidae) dans différents types d'habitats dans la région de Tébessa : implications pour la conservation. Tébessa. Thèse de Doctorat, Université Larbi tebessi. 145p.

Mezhoud, A., &Lagraa ; F. (2017). Inventaire et écologie de la famille des Bombyliidés Dans la région de El'Hammamet (Tébessa), (Memoire de master, Universitelaarbitebessitebessa).

Michaud, J. P., McCoy, C. W., &Futch, S. H. (2008).Ladybeetles as biological control agents in citrus. Document HS-873, Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 4 p.

MOUCHA J., (1972). Les papillons de jour. Ed. Vervier, Belgique, 176 p.

-N-

Nageleisen, L. M., & Bouget, C. (2009). L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « *Inventaires Entomologiques en Forêt* » (*Inv. Ent. For.*) (pp. 144-p). ONF.

Nizam N A., Mohd Najib C N I L., Yusof N N. Md., Mohammad Naser N B., Mohd Hatta S. K., (2022). Preliminary Study on the Distribution and Diversity of Diptera at Tuba Island Reserve Forest, Langkawi Malaysia, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1019(1) ; 012012p,ISSN : 1755-1315, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1019/1/012012>

-R-

- Ramade, F. (1984)** : Elément d'écologie. Ecologie Fondamentale, Ed i. Paris .397 pages
- Ramade, F. (1993)**. L'écologie a-t-elle un avenir. Recherche (*Paris, 1970*), 24(253), 422-426.
- Raymond L, Sarthou J.P, Plantegenest M, Gauffre B, Ladet S, Vialatte A. (2014)**. Immature hoverflies overwinter in cultivated fields and may significantly control aphid populations in autumn. Agriculture, Ecosystems & Environment. 185:99–105. doi:10.1016/j.agee.2013.12.019.
- Rizza, A.; Campobass, G.; Dunn, P. & Stazi, M. (1988)**. Cheilosiacorydon (Diptera: Syrphidae), a candidate for the Biological Control of Musk Thistle in North America Entomology Papers from Other Sources, Entomology Collections, Miscellaneous, University of Nebraska. Lincoln. 9 p.
- Ruttner F., Milner E., Dews J.E. (1990)**. The Dark European Honey Bee *Apis mellifera mellifera* Linnaeus 1758, British Isles Bee Breeders Association

-S-

- Sadeghi, H. & Gilbert, F. (2000)**. Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. J. Anim. Ecol. 69: 771–784.
- Sarthou, J. P. (1996)**. Contribution à l'étude systématique, biogéographique et agroécocénotique des Syrphidae (Insecta. Diptera) du Sud-Ouest de la France. Thèse de doctorat. Institut national polytechnique Toulouse, France.
- Sadeghi, H. & Gilbert, F. 2000**: Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. J. Anim. Ecol. 69: 771–784.
- Saharaoui, L., & Gourreau, J. M. (1998)**. Les coccinelles d'Alger : Inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coleoptera - Coccinellidae). Bulletin de la Société Entomologique de France, 103(3), 213-224.
- Saharaoui, L., & Gourreau, J. M. (2000)**. Les coccinelles d'Algérie : Inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coleoptera : Coccinellidae). Bulletin de la Société Entomologique.

Saharaoui, L., Hemptinne, J. L., & Magro, A. (2014). Biogéographie des coccinelles (Coleoptera :Coccinellidae) d'Algérie. *Entomologie Faunistique, FaunisticEntomology*, 67, 147-164.

Saharaoui, L., Hemptinne, J. L., & Magro, A. (2015). Organisation des communautés de coccinelles (Coleoptera :Coccinellidae) dans le nord et le sud algérien. *Entomologie faunistique-FaunisticEntomology*.

Séguy, E. (1961). Diptères Syrphidés de l'Europe occidentale. *Mémoires du Mésun National d'Histoire Naturelle*. Paris.

Soualhia, S., & Farhani, I. (2022). Suivi temporel des Syrphidés de la région De Hammamet (Doctoral dissertation, Université Larbi Tébessi-Tébessa).

Speight, M. C. D., Sarthou, J., Vanappelghem, C., & Sarthou, V. (2018). Maps of the departmental distribution of syrphid species in France/Cartes de distribution départementale des syrphes de France (Diptera :Syrphidae). *Syrph the Net, the database of EuropeanSyrphidae (Diptera)*.

Speight, MCD (2010). Comptes d'espèces des Syrphidae européens (Diptères) 2010. *Syrph the Net, la base de données des Syrphidae européens*, 59 (285), 1-285.

Stork, N.E. (1988). Insect diversity: facts, fiction and speculation*. *Biological journal of the Linnean Society*, 35, 321–337.

Stubbs, A. E., & Falk, S. (1983). *British hoverflies: an illustrated guide*. British Museum (Natural History).

Sühs, R.B.; Somavilla, A.; Putzke, J.; Köhler, A. (2009). Pollen vector wasps (Hymenoptera, Vespidae) of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), Santa Cruz

Stubbs, A. E., & Falk, S. (2002). *British hoverflies: an illustrated identification guide*. Dinton Pastures Country Park: British Entomological and Natural History Society. pp; p. 469.

Trouve, C., Ledee, S., Brun, J., & Ferran, A. (1996). Lutte biologique contre le puceron du houblon. Bilan des trois années d'étude dans le nord de la France. *Phytoma - La défense des végétaux*, vol. 486, p 41-44.



Annexes

Annexes

Annexe 01: Répartition des sorties dans la stations d'El-Hammamet

Sortie	Date
01	22/02/2024
02	29/02/2024
03	07/03/2024
04	14/03/2024
05	21/03/2024
06	29/03/2024
07	07/04/2024
08	14/04/2024
09	21/04/2024
10	29/04/2024
11	08/05/2024
12	15/05/2024

Annexe02:Les données brutes de la stations d'El-Hammamet

Famille	Sortie	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	ni
	Espèce													
Syrphidae	<i>Scaeva pyrastris</i>	3	2	7	5	3	11	6	11	/	/	3	1	52
	<i>Eupeodes corollae</i>	1	2	1	2	7	4	7	3	/	/	2	0	29
	<i>Meliscaeva auricollis</i>	0	1	0	0	3	2	0	2	/	/	0	0	8
	<i>Chrysotoxum intermedium</i>	0	2	3	2	6	2	1	1	/	/	0	0	17
	<i>Scaeva selenitica</i>	2	1	1	0	1	3	0	2	/	/	0	0	10
	<i>Eupeodes lungier</i>	0	0	1	0	2	1	0	4	/	/	1	0	9
Apidae	<i>Apis mellifera</i>	0	0	1	3	1	2	1	3	/	/	0	0	11
	<i>Hylaeus modestus</i>	0	0	0	0	1	0	0	2	/	/	0	0	3
Vespidae	<i>Polistes dominula</i>	0	0	0	2	1	0	4	1	/	/	0	0	8
	<i>Vespula Germanica</i>	1	0	2	5	7	3	8	2	/	/	1	0	29
Ichneumonidae	<i>Enicospilus purgatus</i>	0	0	2	1	2	2	1	1	/	/	3	1	13

	<i>Diaparsis sp</i>	0	0	0	2	0	1	1	0	/	/	1	0	5
	<i>Diadegma sp</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	/	/	2	1	4
Coccinellidae	<i>Coccinellaseptempunctata</i>	0	0	0	1	0	0	0	2	/	/	0	0	3
N		4	5	8	10	11	10	8	12	/	/	7	3	201

Annexe03 : Variation temporelle de la richesse spécifique totale dans la station d'El-Hammamet

sorties	22/02	29/02	07/03	14/03	21/03	29/03	07/04	14/04	21/04	29/04	08/05	15/05
S	4	5	8	10	11	10	8	12	0	0	7	3

Annexe04: Abondances relative des espèces inventoriées dans la station d'El Hammamet 2024

ni : Abondance absolue, **AR (%)** : Abondance relative

Famille	Espèces	ni	AR(%)
Syrphidae	<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	52	25.87
	<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)	29	14.43
	<i>Meliscaeva auricollis</i> (Meigen, 1822)	8	3.98
	<i>Chrysotoxum intermedium</i> Meigen, 1822	17	8.46
	<i>Scaeva selenitica</i> (Meigen, 1822)	10	4.98
	<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	9	4.48
Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	11	5.47
	<i>Hylaeus modestus</i> Say, 1837	3	1.49
Vespidae	<i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791)	8	3.98
	<i>Vespula germanica</i> (Fabricius, 1793)	29	14.43
Ichneumonidae	<i>Enicospilus purgatus</i> Stephens, 1835	13	6.47
	<i>Diaparsis sp</i>	5	2.49
	<i>Diadegma sp</i>	4	1.99
Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	3	1.49
N		201	100

Annexe 05 : Variation des indices de Shannon et d'équitabilité dans station d'El-Hammamet.

Sortie	22/02	22/02	07/03	14/03	21/03	29/03	07/04	14/04	21/04	29/04	08/05	15/05
Shannon H'	1.27	1.56	1.79	2.13	2.13	2.01	1.76	2.19	/	/	0.84	1.09
Equitabilité E	0.92	0.96	0.86	0.92	0.88	0.87	0.84	0.88	/	/	0.94	1

Annexe 06: Fréquence d'occurrence appliquée aux espèces recensées dans la région d'El Hammamet (**C%** : constance, **EC** : échelle de constance, **C** : Constant, **Acc**: Accessoire, **A** : Accidentelle, + :espèces présente, - :espèces absente).

Famille	Sortie Espèce	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	C%	EC
		Syrphidae	<i>Scaeva pyrastris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	/	/	+	+
<i>Eupeodes corollae</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	-	/	/	+	-	75	C
<i>Meliscaeva auricollis</i>	-		+	-	-	+	+	-	+	-	-	/	/	-	-	33.33	Acc
<i>Chrysotoxum intermedium</i>	-		+	+	+	+	+	+	+	-	-	/	/	-	-	58.33	C
<i>Scaevaselenitica</i>	+		+	+	-	+	+	-	+	-	-	/	/	-	-	50	C
<i>Eupeodes lungier</i>	-		-	+	-	+	+	-	+	+	-	/	/	+	-	41.66	Acc
Apidae	<i>Apis mellifera</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	/	/	-	-	50	C
	<i>Hylaeus modestus</i>	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	/	/	-	-	16.66	A
Vespidae	<i>Polistes dominula</i>	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	/	/	-	-	33.33	Acc
	<i>Vespula Germanica</i>	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	/	/	+	-	66.66	C
Ichneumonidae	<i>Enicospilus purgatus</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	/	/	+	+	66.66	C
	<i>Diaparsissp</i>	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	/	/	+	-	33.33	Acc
	<i>Diaparsissp</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	/	/	+	+	25	Acc
Coccinellidae	<i>Coccinellaseptempunctata</i>	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	/	/	-	-	16.66	A

Annexe 07: Observation microscopique des espèces recensées





Polistes dominula (photo personnelle)



Vespa germanica (photo personnelle)



Apis mellifera (photo personnelle)



Hylaeus modestus (photo personnelle)



Diadegma sp (photo personnelle)



Diaparsis sp (photo personnelle)



Enicospilus purgatus (photo personnelle)



Coccinella septempunctata (photo personnelle)