



Université Constantine 1 Frères Mentouri
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة متواري
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Biologie Animale

قسم : بيولوجيا الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie et Control de Population d'Insectes (BCPI)

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

Etude de l'entomofaune dans les milieux urbains et cultivés de la région de Constantine

Présenté par : BENFREDJ Cheima

Le : 28/06/2025

SEGUENI Hadil

Jury d'évaluation :

Président : BETINA Sara Imen MCA - U Constantine 1 Frères Mentouri.

Encadrant : BENKENANA Naima Prof – U Constantine 1 Frères Mentouri.

Examinateur(s) : BEKIRI Asma MCB - U Constantine 1 Frères Mentouri.

Année universitaire
2024 - 2025

Remerciement

En premier lieu nous tenons à remercier ALLAH précieux pour nous avoir aidés, nous a donné la patience et le courage pour bien mener ce travail.

Nous remercions notre Encadrant Mme. BENKENANA Naima pour l'honneur qu'il nous a fait en dirigeant ce travail, pour ses aides, ses conseils, tout au long de l'élaboration de ce modeste travail.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury Dr.BETINA Sara Iman, Dr.BAKIRI Asma pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma recherche en acceptant d'examiner mon travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Je remercie Dr AGUIB sihem de m'avoir aidé pour l'identification des hyménoptères.

Je remercie Dr SAOUACH de m'avoir aidé pour l'identification des coléoptères.

Je remercie mes très chers parents et ma petite famille, qui ont toujours été là pour moi. Je remerciées collègues et camarades de classe qui ont partagé avec moi cette aventure académique.

Je n'oublie pas de remercier mes amis pour leur soutien indéfectible, vos encouragements et votre compréhension.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à monsieur Djenhi Fouad pour votre compréhension, votre coopération et votre capacité à créer un environnement propice au travail.

Dédicace :



Je dédie ce travail à :

À mes chers parents, pour leur amour, leur soutien et leurs sacrifices constants.

À mes frères Mohamed et Islem et sœurs Rayen et Selsabil, pour leur présence et leurs encouragements.

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

À mon ami fidèle Takwa, pour leur aide et leurs conseils tout au long de ce parcours.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

2023



Dédicace :



Avec beaucoup de gratitude, de reconnaissance, de respect, d'amour et de fierté que je dédie ce travail : à ma très chère maman ma source de motivation et de courage, à mon père, que Dieu ait pitié de lui.

A mon frère Iyed et mes sœurs Rania, Norhène, et Maya.
A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

A mes amis : Afrah, Soumia, et Samah.
Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible, Je vous dédie.

Cheima

2025



Sommaire

INTRODUCTION.....	2
CHAPITRE 01 : DONNER BIBLIOGRAPHIQUES	
1. Taxonomie de la classe Insecta.....	4
2. Anatomie des insectes.....	6
2.1. Anatomie externe.....	7
2.1.1. La tête.....	7
2.1.2. Le thorax.....	7
2.1.3. L'abdomen.....	7
2.2. Anatomie interne.....	8
2.2.1. Système digestif et circulatoire.....	8
2.2.2. Système respiratoire.....	8
2.2.3. Système nerveux.....	9
2.2.4. Système reproducteur.....	9
3. Les principaux ordres de la classe Insecta d'intérêt sociaux économique.....	9
3.1. Les Orthoptères (Criquet, sauterelles, grillons).....	9
3.1.1. Morphologie générale.....	10
3.1.2. Habitat.....	10
3.1.3. Alimentation.....	10
3.1.4. Reproduction et cycle de vie.....	10
3.1.5. Rôle écologique.....	10
3.2. Les Hyménoptères.....	11
3.2.1. Morphologie.....	12
3.2.2. Cycle de vie et Métamorphose.....	12

3.2.3. Importance Ecologique.....	12
3.2.4. Prédation et Parasitisme.....	12
3.3. Les Hémiptères.....	13
3.3.1. Morphologie des Hémiptères.....	14
3.3.2. Méthodes de reproduction et développement.....	14
3.3.3. Ecologie et comportement.....	14
3.3.4. Impact économiques et médicaux.....	15
3.4. Les Diptères.....	16
3.4.1. Morphologie.....	16
3.4.2. Biologie et écologie.....	16
3.4.3. Rôles écologiques.....	16
3.4.4. Intérêt socioéconomique.....	17
3.5. Les Lépidoptères.....	17
3.5.1. Morphologie.....	17
3.5.2. Développement.....	18
3.5.3. Habitat.....	18
3.5.4. Alimentation.....	18
3.5.5. Rôle écologique.....	18
3.6. Les Coléoptères.....	19
3.6.1. Caractéristiques morphologiques.....	19
3.6.2. Ecologie et rôle dans l'écosystème.....	19
3.6.3. Importance économique.....	20
4. L'utilisation des insectes.....	21
4.1. Pollinisation par les insectes.....	21

4.2. Lutte biologique par les insectes.....	21
4.3. Entomophages : les insectes comme source de nutrition durable.....	21
4.4. Agroalimentaire.....	22
4.5. Application pharmaceutiques.....	22

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

1. Situation géographique de la région de Constantine.....	24
2. Climat général de Constantine.....	24
3. Végétation de Constantine.....	25
3.1. Forêts méditerranéennes.....	25
3.2. Maquis méditerranéens.....	25
3.3. Steppes et zones semi-arides.....	25
3.4. Culture de l'olivier.....	26
3.5. Flore rotarienne.....	26
3.6. Plantes médicinales et aromatiques.....	26
3.7. Plantes envahissantes.....	26

CHAPITRE 03 : MATERIAL ET METHODES

1. Choix des stations d'étude.....	29
2. Présentation des sites d'étude.....	29
2.1. Centre-Ville de Constantine.....	29
2.2. Station de Bekira.....	30
2.3. El gammes.....	30
2.4. Hamma Bouziane.....	31
2.5. Campus Chaab-Erssas.....	32
2.6. Station Aéroport.....	32

3. Méthodologie d'échantillonnage.....	33
3.1. Sur terrain.....	33
3.1.1. Matériel d'échantillonnage.....	33
3.1.2. Méthode d'échantillonnage.....	34
3.2. Au laboratoire.....	34
3.2.1. Matériels.....	34
3.2.2. Méthodologie de travail.....	35
3.2.2.1. Le tri.....	35
3.2.2.2. L'indentification et préparation des boites de collections.....	36
3.3. Classification des insectes selon l'intérêt.....	37
4. Exploitation des résultats par les indices écologiques.....	37
4.1. Les indices écologiques de composition.....	37
4.1.1. Richesse spécifique.....	37
4.1.2. Richesse moyenne.....	37
4.1.3. Fréquence d'occurrence.....	37
4.2. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H').....	38

CHAPITRE 04 : RESULTATS

1. Inventaire d'entomofaune de la région de Constantine.....	40
2. Structure de l'entomofaune.....	42
3. Répartition des espèces entre les stations d'étude.....	43
4. Etude des principaux ordres.....	46
4.1. Coleoptera.....	46
4.2. Ordre Orthoptera.....	49
4.3. Ordre Lepidoptera.....	54
4.4. Hyménoptera.....	58

4.5. Hémiptera.....	61
4.6. Diptera.....	64
4.7. Neuroptera.....	65
4.8. Dermaptera.....	67
5. Classification des espèces d'insectes selon intérêt	68
6. Analyses écologiques.....	69
6.1. Richesse spécifique.....	69
6.2. Richesse moyenne.....	70
6.3. Fréquences des espèces inventoriées.....	70
6.3.1. Fréquences des espèces inventoriées d'ordre coleoptera.....	70
6.3.2. Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Orthoptera.....	71
6.3.3. Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Hymenoptera.....	72
6.3.4. Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Hemiptera.....	73
6.3.5. Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Lepidoptera.....	73
6.3.6. Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Diptera.....	74
6.4. Indices de diversités.....	75

Discussion

Conclusion

Liste des figures

Figure 1 : Les différents formes (ordres) de la classe Insecta.....	6
Figure 2 : Anatomie externe d'un insecte.....	8
Figure 3 : Anatomie interne d'un insecte.....	9
Figure 4 : Exemples d'espèces d'ordre orthoptère.....	11
Figure 5 : Exemples d'espèces d'ordre Hyménoptères.....	13
Figure 6 : Exemples d'espèces d'ordre hémiptères.....	15
Figure 7 : Exemples des espèces d'ordre diptères.....	17
Figure 8 : Exemples d'espèces d'ordre lépidoptère.....	19
Figure 9 : Exemples d'espèces de coléoptères.....	20
Figure 10 : Situation géographique de la région de Constantine.....	24
Figure 11 : Différent milieu de la région de Constantine.....	27
Figure 12 : Station Centre-ville de Constantine (photo originale).....	29
Figure 13 : Station Bekira (Photo originale).....	30
Figure 14 : Station El gammes (photo originale).....	31
Figure 15 : Station Hamma Bouziane (photo originale).....	31
Figure 16 : Station Hamma Bouziane (photo originale).....	32
Figure 17 : Station Aéroport (photo originale).....	32
Figure 18 : Matériel utilise sur terrain (Photo originale).....	33
Figure 19 : Matériel utiliser au laboratoire (Photo originale).....	35
Figure 20 : Le tri (photo originale).....	36
Figure 21 : L'identification et préparation des boites de collections (photo originale).....	36
Figure 22 : Le pourcentage des familles pour chaque ordre.....	42
Figure 23 : Le pourcentage de nombre d'espèces pour chaque ordre.....	43
Figure 24 : Répartition des espèces de Coleoptera dans chaque station.....	46
Figure 25 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Coleoptera...	47
Figure 26 : Espèces des coléoptères inventoriées dans la région de Constantine.....	49
Figure 27 : Répartition des espèces d Orthoptera dans chaque station.....	50
Figure 28 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Orthoptera..	50

Figure 29 : Espèces des orthoptères inventoriées dans la région de Constantine.....	54
Figure 30: Répartition des espèces de Lepidoptera dans chaque station.....	54
Figure 31 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Lepidoptera.	55
Figure 32 : Espèces des lépidoptères inventoriées dans la région de Constantine.....	58
Figure 33 : Répartition des espèces de Hymenoptera dans chaque station.....	59
Figure 34 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Hymenoptera.....	59
Figure 35 : Espèces des hyménoptères inventoriées dans la région de Constantine.....	61
Figure 36 : Répartition des espèces de Hemiptera dans chaque station.....	62
Figure 37 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Hemiptera.....	62
Figure 38 : Espèces des hémiptères inventoriées dans la région de Constantine.....	63
Figure 39: Répartition des espèces de Diptera dans chaque station.....	64
Figure 40 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Diptera.....	64
Figure 41 : Espèces des diptères inventoriées dans la région de Constantine.....	65
Figure 42 : Répartition des espèces de Neuroptera dans chaque station.....	66
Figure 43 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Neuroptera.....	66
Figure 44 : Espèces des neuroptères inventoriées dans la région de Constantine.....	67
Figure 45 : Espèces des dermoptères inventoriées dans la région de Constantine.....	67
Figure 46 : Richesse spécifique des espèces dans les stations d'étude.....	69
Figure 47 : Richesse moyenne des espèces dans les stations d'étude.....	70

Liste des tableaux

Tableau 1 : Inventaire global de l'entomofaune de la région de Constantine.....	40
Tableau 2 : Répartition des espèces entre les stations d'étude.....	43
Tableau 3 : Les espèces d'insectes nuisibles agricoles.....	68
Tableau 4 : Les espèces d'insectes auxiliaires / utiles.....	68
Tableau 5 : Les espèces d'insectes d'intérêt médical / vétérinaire.....	68
Tableau 6 : Les espèces d'insectes d'intérêt écologique.....	69
Tableau 7 : Les espèces d'insectes à intérêt économique ou socio-économique.....	69
Tableau 8 : Richesse spécifique des stations.....	69
Tableau 9 : La richesse moyenne des stations.....	70
Tableau 10 : Fréquences des espèces inventoriées d'ordre coleoptera.....	70
Tableau 11 : Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Orthoptera.....	71
Tableau 12 : Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Hymenoptera.....	72
Tableau 13 : Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Hemiptera.....	72
Tableau 14 : Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Lepidoptera.....	72
Tableau 15 : Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Diptera.....	73
Tableau 16 : Indices de diversités.....	74
Tableau 17 : Classification des stations.....	74

INTRODUCTION

Introduction

L'entomofaune désigne l'ensemble des espèces d'insectes vivant dans un milieu naturel ou une région géographique donnée. Elle constitue une composante essentielle de la biodiversité faunistique et joue un rôle fondamental dans le fonctionnement des écosystèmes terrestres. En tant qu'agents de pollinisation, décomposeurs de matière organique, prédateurs ou proies, les insectes assurent de nombreux équilibres écologiques et biologiques.

L'étude de l'entomofaune permet non seulement de mieux comprendre la diversité spécifique et les dynamiques des populations d'insectes, mais aussi d'évaluer la qualité des habitats naturels face aux pressions environnementales croissantes, telles que l'urbanisation, l'agriculture intensive, ou encore les changements climatiques. Dans ce contexte, la région de Constantine, riche par sa diversité de milieux (zones agricoles, forêts, milieux urbains et semi-urbains), constitue un terrain d'étude pertinent pour explorer la composition et la distribution de son entomofaune locale. (Chinery, M.1993).

Les insectes présentent un intérêt considérable qui s'étend à de nombreux domaines. Sur le plan écologique, ils assurent des fonctions essentielles. La pollinisation, assurée notamment par les abeilles, les papillons et certains coléoptères, est cruciale pour la reproduction des plantes à fleurs et la production agricole (Kremen et al., 2007). Par ailleurs, les insectes nécrophages et saprophages, comme certaines mouches et coléoptères, participent activement à la décomposition de la matière organique, favorisant ainsi le recyclage des nutriments dans les écosystèmes (Gullan & Cranston, 2014). En tant que maillon fondamental de nombreuses chaînes alimentaires, ils constituent une source de nourriture pour de nombreux vertébrés, tels que les oiseaux, amphibiens, reptiles ou encore les mammifères (Respect, 2021).

Sur le plan économique, certains insectes jouent un rôle positif en agriculture, en particulier dans la lutte biologique contre les ravageurs, à l'image des coccinelles utilisées pour réguler les populations de pucerons (Van Lenteren, 2000). Leur intérêt est également scientifique : la drosophile, ou mouche du vinaigre, est largement utilisée comme organisme modèle en génétique et en biologie du développement (Ashburner, Golic & Hawley, 2011).

Les insectes sont également liés à des applications médicales et culturelles. La mouchothérapie, qui utilise des larves pour nettoyer les plaies, illustre leur usage en médecine, tout comme certaines toxines d'insectes qui présentent un potentiel pharmaceutique (Scherman, 2003).

Enfin, dans plusieurs sociétés, les insectes sont consommés comme source de protéines (entomophagie) et jouent un rôle dans les traditions alimentaires et culturelles (FAO, 2013).

La région de Constantine se distingue par une riche diversité entomologique, englobant de nombreuses familles et ordres d'insectes. L'objectif principal de ce travail est de dresser un inventaire des différentes espèces d'insectes présentes dans cette région, tout en mettant en valeur leur diversité, leur répartition spatiale ainsi que leur intérêt écologique, agricole, médical ou économique. Il s'agit également d'identifier les groupes entomologiques les plus représentés, tant au niveau des ordres que des familles.

En complément, ce travail vise à enrichir la liste des espèces existantes et à classer ces insectes selon leurs intérêts spécifiques. Le document produit se veut polyvalent et pourra servir de référence à divers secteurs tels que la police scientifique, l'agriculture, la santé publique ou encore la recherche académique.

La structure du document comprend quatre chapitres principaux, suivis d'une discussion générale et d'une conclusion. Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur l'entomofaune connue de la région de Constantine. Le deuxième chapitre est consacré au cadre d'étude. Le troisième chapitre détaille le matériel et les méthodes utilisées, aussi bien sur le terrain qu'au laboratoire. Enfin, le quatrième chapitre expose les résultats obtenus lors de l'inventaire.

CHAPITRE 01 : DONNER BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE 1 : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

L'entomofaune désigne la totalité de la population d'insectes présents dans un milieu. Elle désigne l'ensemble des insectes appartenant à différents ordres (Coléoptères, Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères, Orthoptères, etc.) présents dans un écosystème, une zone géographique ou une région écologique donnée. Elle constitue une composante majeure de la faune terrestre, représentant plus de 70 % des espèces animales connues à ce jour.

Dans le cas de la région de Constantine, caractérisée par une diversité de paysages (zones forestières, milieux agricoles, urbains et semi-arides), l'entomofaune locale reflète cette variété écologique et offre un champ d'étude riche pour évaluer l'état de la biodiversité entomologique et les dynamiques des écosystèmes.

1. Taxonomie de la classe Insecta

La classe des Insectes représente le groupe le plus important du règne animal, par la diversité des formes, par l'étendue des habitats et par le nombre des espèces connues : cette classe de l'embranchement des arthropodes représente à elle seule les trois quarts des espèces animales actuellement identifiées, soit environ un million d'espèces, mais il existe beaucoup plus à découvrir. Il existe 1000 000 espèces, Certains pensent même que le nombre d'espèces d'insectes peut atteindre 4 000 000, 10 000 000 ou même 100 000 000. La classe Insecta regroupe 32 ordres.

La classification des insectes a été proposée par Carl Von Linné au XVIII^e siècle sur la base de critères morphologiques propres aux insectes. Ainsi, une trentaine d'ordres d'insectes actuels est recensée sur l'ensemble de la planète. Leur classification n'est pas encore stabilisée, quelques groupes établis par la tradition se révélant récemment hétérogènes. Le sous-embranchement des hexapodes (Hexapoda) est donc un concept plus vaste que celui des insectes lequel, au sens strict, constitue un groupe frère des entognathes. (figure1)

D'après Roth (1974), la classe des Insectes est subdivisée en deux sous-classes :

- Sous-classe des Aptérygotes.
- Sous-classe des Ptérygotes.

D'après Brusca & Brusca (2003), la classe **Insecta** comprend trois sous-classes :

- Sous-classe Archaeognatha (ordre Archaeognatha).

- Sous-classe Zygentoma (ordre Thysanura)
- Sous-classe Pterygota (infra-classe Neoptera et infra-classe Palaeoptera).

La sous-classe des Ptérygotes regroupe les insectes « ailés » ou ptérygotes. Ce groupe représente la lignée principale de la majorité des insectes. Ils se sont abondamment diversifiés depuis leur apparition, il y a environ 350 millions d'années (Carbonifère) (Anonyme 2)

Pterygota (ptérygotes) d'après (Anonyme3)

- Infra-classe Neoptera (néoptères)
 - Super-ordre Neuropterida ;
 - Ordre Neuroptera (neuroptères)
 - Ordre Megaloptera (mégaloptères)
 - Ordre Raphidioptera (raphidioptères)
 - Super-ordre Holometabola
 - Ordre Coleoptera (coléoptères)
 - Ordre Strepsiptera (strepsiptères)
 - Ordre Mecoptera (mécoptères)
 - Ordre Trichoptera (trichoptères)
 - Ordre Lepidoptera (lépidoptères ou papillons)
 - Ordre Diptera (diptères)
 - Ordre Siphonaptera (puce)
 - Ordre Hymenoptera (hyménoptères)
 - Super-ordre Paraneoptera
 - Ordre Thysanoptera (thysanoptères)
 - Ordre Hemiptera (hémiptères)
 - Ordre Psocodea ou Phthiraptera (poux)
 - Super-ordre Polyneoptera
 - Ordre Orthoptera (orthoptères)
 - Ordre Grylloblattodea (grylloblattes)
 - Ordre Dermaptera (perce-oreilles)
 - Ordre Embioptera (embioptères)
 - Ordre Plecoptera (plécoptères)
 - Ordre Zoraptera (zoraptères)

- Ordre Mantophasmatodea (mantophasmes)
- Ordre Phasmida (phasmes)
- Ordre Blattodea (blattes et termites)
- Ordre Mantodea (mantes)
- Infra-classe Palaeoptera (paléoptères)
- Ordre Ephemeroptera (éphémères)
- Ordre Odonata (libellules et demoiselles)



Figure 1 : Les différents formes (ordres) de la classe Insecta (John Wiley, 2012)

2. Anatomie des insectes

L'anatomie des insectes décrit la morphologie de leurs structures externes et internes. Les insectes appartenant à la classe Insecta, présentent une anatomie unique, adaptée à une grande diversité habitats et de modes de vie. Leur corps est segmenté et organisé selon un plan tripartite typique : **tête, thorax et abdomen**. Cette organisation est commune à tous les insectes, bien que certaines structures puissent varier selon les ordres.

2.1. Anatomie externe**2.1.1. La tête**

La tête des insectes constitue une capsule rigide formée par la fusion de plusieurs sclérites, sur laquelle se trouvent les principaux organes sensoriels ainsi que les pièces buccales (Chapman, 2013). Les antennes jouent un rôle essentiel dans la détection des odeurs, des vibrations et des mouvements. Les yeux composés, constitués d'ommatidies, offrent une vision large et sont particulièrement sensibles aux mouvements (Gullan & Cranston, 2014). À ces structures s'ajoutent les ocelles, de petits yeux simples qui perçoivent les variations d'intensité lumineuse (Snodgrass, 1935).

Les pièces buccales, quant à elles, présentent une grande diversité morphologique selon le régime alimentaire des insectes (Gullan & Cranston, 2014). Ainsi, les insectes broyeurs, comme les coléoptères et les orthoptères, possèdent des mandibules puissantes ; les insectes piqueurs-suceurs, tels que les hémiptères et les diptères, ont des pièces buccales transformées en stylets ; les abeilles, dotées d'un appareil broyeur-lécheur, sont adaptées à l'absorption de liquides ; enfin, les lépidoptères possèdent une trompe enroulable appelée proboscis, caractéristique du type suceur.

2.1.2. Le thorax

Le thorax constitue la région locomotrice du corps des insectes et se divise en trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Chacun de ces segments porte une paire de pattes articulées, dont la morphologie varie selon la fonction qu'il s'agisse de la marche, du saut, de la nage ou du creusement (Chapman, 2013).

En général, le mésothorax et le métathorax supportent chacun une paire d'ailes. Celles-ci peuvent être membraneuses, comme chez les libellules ou les abeilles, ou modifiées : les coléoptères possèdent des élytres rigides, les punaises des hémiélytres, tandis que les diptères présentent des balanciers servant à l'équilibre (Snodgrass, 1935).

2.1.3. L'abdomen

L'abdomen des insectes abrite les principaux organes vitaux, notamment les systèmes digestif, excréteur et reproducteur. Il est généralement composé de 9 à 11 segments dépourvus de pattes. Toutefois, certains segments peuvent porter des appendices, tels que les cerques à fonction sensorielle ou l'ovipositeur chez la femelle, utilisé pour la ponte. En outre, des stigmates —

petites ouvertures respiratoires sont souvent visibles sur les côtés de l'abdomen, permettant les échanges gazeux avec l'extérieur (Gullan & Cranston, 2014). (figure2)

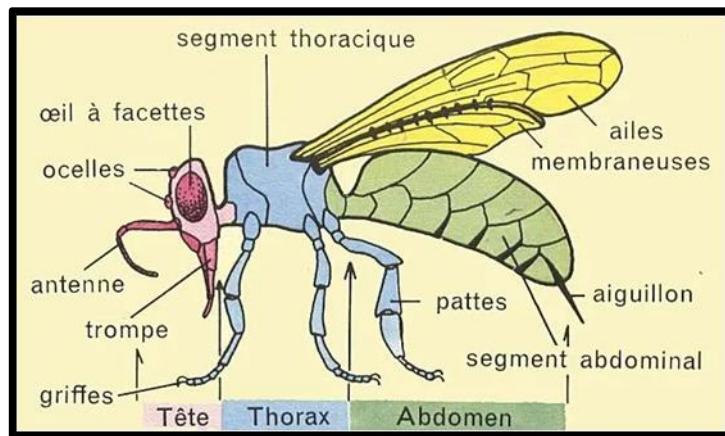


Figure 2 : Anatomie externe d'un insecte (Réjean. L, 2013)

2.2. Anatomie interne

2.2.1. Système digestif et circulatoire

Le tube digestif des insectes est divisé en trois grandes régions. Le stomodeum, ou intestin antérieur, comprend la bouche, le pharynx, l'œsophage, le jabot servant de réserve alimentaire ainsi que le proventricule, qui joue un rôle dans la régulation du passage des aliments (Chapman, 2013). Vient ensuite le mésentéron, ou intestin moyen, qui constitue le principal site de la digestion enzymatique et de l'absorption des nutriments (Gullan & Cranston, 2014). Enfin, le proctodéum, ou intestin postérieur, est responsable de la réabsorption de l'eau et de l'élimination des déchets solides (Snodgrass, 1935).

Le système circulatoire des insectes est de type ouvert, ce qui signifie que l'hémolymphé le fluide équivalent au sang — circule librement dans la cavité générale du corps, appelée hémocoèle. Un cœur dorsal, sous forme d'un tube contractile, assure la propulsion de l'hémolymphé de l'arrière vers l'avant du corps (Gullan & Cranston, 2014).

2.2.2. Système respiratoire

Le système respiratoire des insectes est constitué d'un réseau de trachées, des tubes ramifiés qui assurent le transport direct de l'oxygène jusqu'aux cellules, sans intervention du système circulatoire. L'air pénètre dans ces trachées par des stigmates, de petites ouvertures situées sur les segments thoraciques et abdominaux (Chapman, 2013).

2.2.3. Système nerveux

Le système nerveux des insectes est composé d'un cerveau, formé de ganglions cérébraux, relié à une chaîne nerveuse ventrale constituée de plusieurs ganglions segmentaires. Ce système assure le contrôle des mouvements, des réflexes ainsi que des comportements complexes, jouant un rôle central dans la coordination des fonctions vitales et des interactions avec l'environnement (Gullan & Cranston, 2014).

2.2.4. Système reproducteur

Le système reproducteur des insectes présente des différences marquées entre les sexes. Chez les mâles, il comprend des testicules, des canaux déférents et un pénis, qui assure le transfert des spermatozoïdes. Chez les femelles, il est composé d'**ovaires**, d'**oviductes**, d'une spermathèque, organe spécialisé dans le stockage des spermatozoïdes après l'accouplement et chez certaines espèces, d'un **ovipositeur**, utilisé pour la ponte des œufs (Chapman, 2013). (figure3)

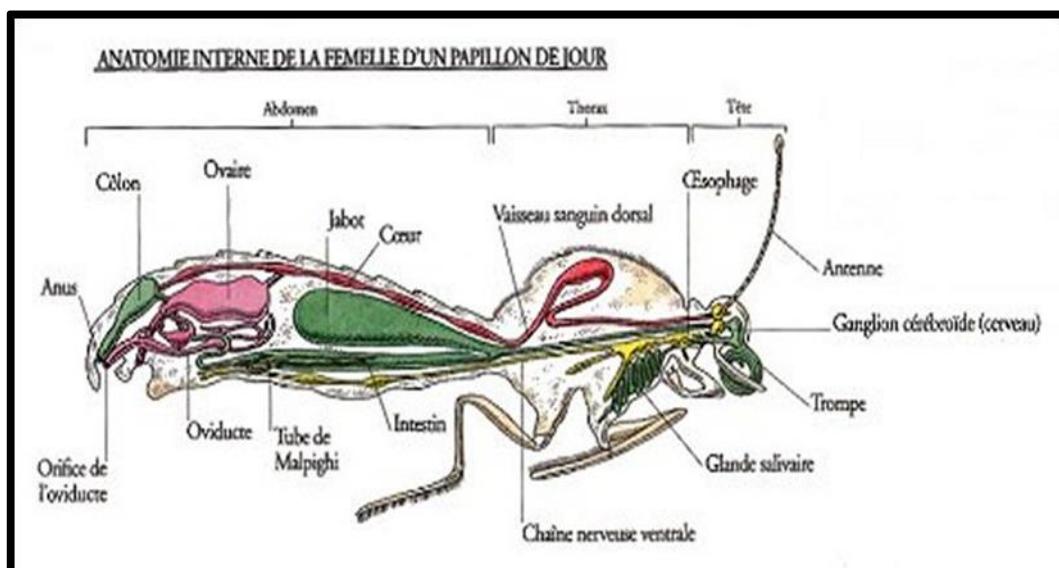


Figure 3 : Anatomie interne d'un insecte (Chapman, 2013)

3. Les principaux ordres de la classe Insecta d'intérêt sociaux économiques

3.1. Les Orthoptères (Criquets, sauterelles, grillons)

Les orthoptères sont un ordre des insectes paurométaboliques, regroupant environ 30 000 espèces dans le monde. Ils sont reconnaissables par plusieurs caractéristiques morphologiques et comportementales.

3.1.1. Morphologie générale

Les orthoptères présentent un corps allongé et robuste, souvent doté d'une coloration cryptique leur permettant de se camoufler dans leur environnement. Les antennes varient selon les sous-ordres : elles sont longues chez les **Ensifera** (comme les grillons) et courtes chez les **Caelifera** (comme les criquets). **Les ailes antérieures**, appelées **élytres**, sont rigides et protègent les **ailes postérieures**, qui sont membraneuses et utilisées pour le vol. **Les pattes postérieures**, quant à elles, sont puissamment développées et spécialisées pour le **saut**. Leur appareil buccal est de type **broyeur**, adapté à l'alimentation végétale (Chapman, 2009). (**figure 4**)

3.1.2. Habitat

Les orthoptères occupent des milieux variés, allant des prairies et steppes aux champs cultivés et forêts claires. Ils présentent une forte affinité pour les milieux ouverts ou semi-ouverts, où les conditions de lumière et de végétation sont favorables à leur mode de vie. Ils sont particulièrement abondants dans les zones méditerranéennes et steppiques (Defaut, 1996).

3.1.3. Alimentation

Les orthoptères sont majoritairement phytophages, se nourrissant principalement d'herbes, de feuilles, de tiges et de graines. Cependant, certaines espèces adoptent un régime omnivore ou opportuniste, consommant occasionnellement de petits insectes morts. Parmi eux, les criquets acadiens sont parfois responsables de dégâts agricoles importants, pouvant affecter durablement les cultures (Sword, Simpson, El Hadi, Wilps, 2000).

3.1.4. Reproduction et cycle de vie

Chez les orthoptères, l'accouplement est suivi d'une oviposition qui s'effectue généralement dans le sol ou dans les plantes. Leur développement est de type **hémimétabole**, comprenant un passage par plusieurs stades nymphaux avant d'atteindre l'état adulte. Ce cycle de vie est fortement influencé par des facteurs environnementaux tels que la température, l'humidité et la disponibilité des ressources (Uvarov, 1966).

3.1.5. Rôle écologique

Les orthoptères jouent un rôle écologique essentiel en tant que consommateurs primaires importants, contribuant à la régulation de la végétation naturelle. Ils constituent également une source de nourriture majeure pour de nombreux prédateurs, tels que les oiseaux, les reptiles, les mammifères et les araignées. Par ailleurs, certains orthoptères participent activement à la

pollinisation ou à la décomposition des matières végétales, renforçant ainsi leur importance dans les écosystèmes (Joern & Gaines, 1990).



Locusta migratoria (Linné, 1758)



Calliptamus barbarus (O.G.Costa, 1836)



Eupholidoptera schmidti (Fieber, 1861)

Figure 4 : Exemples d'espèces d'ordre orthoptère

3.2. Les Hyménoptères

Les Hyménoptères (Hymenoptera) constituent un ordre d'insectes très diversifié, qui inclut à la fois des espèces vitales pour la pollinisation, des prédateurs, ainsi que des insectes sociaux complexes. Cet ordre se divise en deux sous-ordres principaux. Le sous-ordre des **Apocrites** rassemble les guêpes, les abeilles et les fourmis, caractérisées par un abdomen relié au thorax par un pédicelle étroit ; la plupart d'entre eux présentent des comportements sociaux développés. En revanche, le sous-ordre des **Symphytes** regroupe des insectes au thorax et à l'abdomen plus largement attachés, souvent phytophages, qui vivent généralement dans le bois ou les plantes (Borror, Triplehorn, Johnson, 1989).

3.2.1. Morphologie

Le corps des Hyménoptères est généralement divisé en trois segments : la tête, le thorax et l'abdomen, ce dernier étant parfois relié au thorax par un pédicelle étroit, notamment chez les Apocrites. Ils possèdent deux paires d'ailes membraneuses, souvent transparentes avec un réseau de nervures, bien que chez certaines espèces comme les fourmis, la paire postérieure puisse être réduite voire absente.

De nombreux Hyménoptères, notamment les guêpes et les abeilles, disposent d'un aiguillon qui sert à injecter du venin, utilisé à la fois pour la défense et la capture des proies. Leur appareil buccal varie en fonction des besoins écologiques : il est adapté à la succion, comme chez les abeilles dotées d'une trompe modifiée pour aspirer le nectar, ou à la mastication, comme chez les guêpes qui peuvent découper la viande ou ingérer des liquides (Michener, 2007). (**figure 5**)

3.2.2. Cycle de Vie et Métamorphose

Les Hyménoptères subissent une métamorphose complète, dite **holométabole**, qui comporte quatre stades distincts. Tout d'abord, la femelle dépose un **œuf**, généralement sur une source de nourriture ou dans un endroit sûr. De cet œuf émerge une **larve** souvent vermiforme, dépourvue d'ailes, qui se nourrit activement et croît rapidement. Vient ensuite le stade **nymphal**, durant lequel l'insecte se transforme au sein d'une coque ou d'un cocon, période où se développent les structures adultes. Enfin, l'**adulte** apparaît, forme reproductrice généralement ailée et capable de déplacements actifs (Snodgrass, 1956).

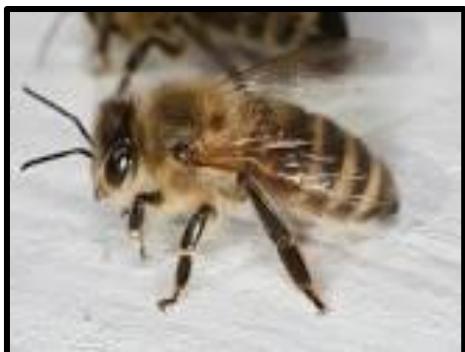
3.2.3. Importance Écologique

Les Hyménoptères jouent un rôle clé dans les écosystèmes, particulièrement dans la **pollinisation**, où les abeilles se distinguent comme des acteurs essentiels pour la diversité végétale et la production alimentaire. Par ailleurs, certaines guêpes parasitaires contribuent à la **régulation des populations d'insectes**, en contrôlant notamment les populations de ravageurs, ce qui en fait des alliées précieuses dans la protection des cultures (Kearns & Inouye, 1997).

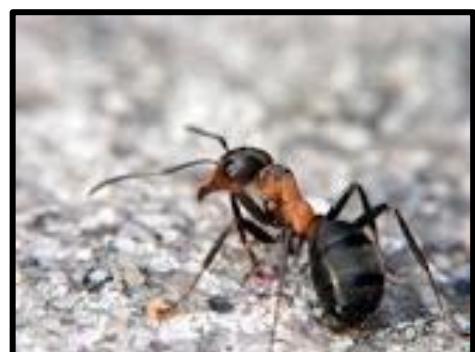
3.2.4. Prédation et Parasitisme

Chez les Hyménoptères, plusieurs stratégies alimentaires coexistent. Certaines guêpes sont **prédatrices**, se nourrissant de proies vivantes, notamment d'autres insectes. D'autres espèces, comme les guêpes parasitaires, adoptent un mode de vie **parasitaire** en pondant leurs œufs

dans ou sur des hôtes vivants, dont les larves se nourrissent ensuite, souvent au détriment de ces derniers (Hölldobler & Wilson, 1994).



Apis mellifera (Linnaeus, 1758)



Formica rufa (Linnaeus, 1761)



Vespula vulgaris (Linnaeus, 1758)

Figure 5 : Exemples d'espèces d'ordre Hyménoptères

3.3. Les Hémiptères

Les hémiptères sont des insectes qui ont une bouche en forme de petit tube pour piquer et sucer des liquides, comme la sève des plantes ou le sang d'autre animaux. On les appelle souvent les punaises, pucerons, cigales.

L'ordre des Hémiptères se divise en deux sous-ordres principaux, Homoptères et Hétéroptères, chacun ayant des caractéristiques écologiques et biologiques distinctes.

- **Les Homoptères**

Les Homoptères incluent des insectes comme les cigales, les cochenilles et les pucerons. Ces insectes se distinguent par des ailes souvent égales et membraneuses. Ils sont principalement herbivores, se nourrissant de la sève des plantes.

Exemple : Le puceron (famille Aphididae) qui est un vecteur de maladies des plantes. (Gullan, Cranston, 2014).

- **Les Hétéroptères**

Les Hétéroptères, aussi appelés "vrais hémiptères", comprennent des insectes comme les punaises et les gendarmes. Les Hétéroptères sont caractérisés par des ailes antérieures qui sont partiellement coriaces et partiellement membraneuses, ce qui les distingue des Homoptères.

Exemple : La punaise de lit (*Cimex lectularius*), un insecte hématophage. (Schuh, Slater, 1995).

3.3.1. Morphologie des Hémiptères

Les caractéristiques morphologiques des Hémiptères sont très spécifiques et conditionnent largement leur mode de vie et leur écologie. Leur **appareil buccal** distinctif est de type **piqueur-suceur** : il se compose d'un rostre long et cylindrique, formé de plusieurs pièces adaptées à la perforation des tissus végétaux ou animaux, permettant d'aspirer des fluides tels que la sève ou le sang (Hagan & Williams, 1970). Concernant les **ailes**, les Hémiptères possèdent deux paires. Les ailes antérieures présentent une partie proximale durcie appelée **hémelytres**, tandis que la partie distale reste membraneuse, leur conférant une texture particulière. Les ailes postérieures, quant à elles, sont généralement entièrement membraneuses (Fennah, 1959). (**figure 6**)

3.3.2. Méthodes de reproduction et développement

Les Hémiptères subissent une métamorphose incomplète. Cela signifie qu'ils passent par plusieurs stades de nymphe avant d'atteindre l'âge adulte, chaque stade nymphe ressemblant de plus en plus à l'adulte mais sans ailes. La reproduction est sexuée, et la plupart des espèces pondent des œufs qui donnent naissance à des nymphes.

Les Hémiptères présentent des modes de reproduction variés. Ils peuvent être **ovipares**, pondant des œufs, ou **vivipares** dans certains groupes. Par exemple, les cigales pondent leurs œufs après avoir passé de longues périodes sous terre au cours de cycles larvaires prolongés (Bohart & Menke, 1976).

3.3.3. Écologie et comportement

Les Hémiptères jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes en tant que consommateurs de plantes et de fluides animaux. Leur impact est particulièrement important en agriculture, où certains groupes comme les pucerons et les cochenilles sont considérés comme de sérieux ravageurs de cultures. Sur le plan des interactions écologiques, les hémiptères phytophages, tels que les pucerons, sont souvent des vecteurs de virus végétaux, contribuant à la transmission de

maladies des plantes. Par ailleurs, certains hétéroptères se comportent en prédateurs, à l'image des punaises assassines (famille Reduviidae), qui capturent et se nourrissent d'autres insectes (Gullan & Cranston, 2014).

Quant à leur comportement, certains Hémiptères, notamment les pucerons, produisent des substances comme le **miellat**, une sécrétion sucrée souvent excrétée et qui attire fréquemment des fourmis ainsi que d'autres insectes (Dreyer, 1992)

3.3.4. Impacts économiques et médicaux

Les Hémiptères ont un impact économique important, principalement en tant que ravageurs agricoles, notamment les pucerons et les cochenilles. Ils jouent également un rôle crucial comme vecteurs de maladies. Par exemple, les pucerons transmettent plusieurs virus végétaux, tels que le virus de la mosaïque. Sur le plan médical, certaines espèces comme les punaises de lit peuvent transmettre des infections bactériennes, bien que leur rôle en tant que vecteurs pathogènes soit généralement moins significatif que celui d'autres insectes (Kuno, 2001)



Macrosiphum rosae (Linnaeus, 1758)
(Puceron)



Eurydema ornata (Linnaeus, 1758)
(Punaise)



Cercopis arcuata (Fieber, 1844)
(Cercopides)

Figure 6 : Exemples d'espèces d'ordre hémiptères

3.4. Les Diptères

Les Diptères constituent un ordre d'insectes holométaboles, caractérisés par la présence d'une seule paire d'ailes fonctionnelles, les ailes antérieures. Les ailes postérieures sont quant à elles réduites en structures appelées **haltères** ou **balanciers**, qui jouent un rôle crucial dans le maintien de l'équilibre en vol (Vaillant, 1971). Cet ordre se divise principalement en deux sous-ordres : les **Nematocera**, qui regroupent les moustiques et les tipules avec leurs longues antennes, et les **Brachycera**, comprenant les mouches et les taons, reconnaissables à leurs antennes courtes (Vaillant, 1971).

3.4.1. Morphologie

La taille des Diptères varie considérablement, allant de moins d'un millimètre chez certains Ceratopogonidae à plusieurs centimètres chez les Tabanidae (Chinery, 2012). Leur tête est bien développée et porte généralement des yeux composés proéminents (Matile, 1993). Les pièces buccales diffèrent selon les groupes : elles sont piqueuses-suceuses chez les moustiques (Culicidae), lècheuses chez les mouches domestiques (Muscidae) et suceuses chez les taons (Tabanidae) (Chinery, 2012). Les antennes sont longues chez les Nematocera, tandis qu'elles sont courtes et épaissies chez les Brachycera (McAlpine et al., 1981). Enfin, les Diptères possèdent une seule paire d'ailes fonctionnelles, les haltères jouant un rôle indispensable dans le maintien de l'équilibre en vol (McAlpine et al. 1981). (**figure 7**)

3.4.2. Biologie et écologie

Le cycle de vie des Diptères est holométabole et comprend quatre stades distincts : œuf, larve, pupe et adulte (Vaillant, 1971). Les larves sont généralement apodes, c'est-à-dire dépourvues de pattes, et se développent dans des habitats variés tels que l'eau, le sol, la matière organique en décomposition ou même les tissus animaux (Matile, 1993). La reproduction est marquée par une forte fécondité, certaines femelles pouvant pondre plusieurs centaines d'œufs au cours de leur vie (McAlpine et al. 1981).

3.4.3. Rôles écologiques

Les Diptères jouent des rôles écologiques variés et importants. Certains, comme les Calliphoridae, agissent comme **décomposeurs**, participant à la dégradation de la matière organique. D'autres, tels que les Syrphidae, interviennent comme **pollinisateurs** essentiels. Par ailleurs, certains Diptères, notamment les Culicidae (moustiques), sont connus pour être des **vecteurs de maladies**. Enfin, plusieurs espèces sont également utilisées en **lutte biologique** pour contrôler les populations de nuisibles (Matile, 1993).

3.4.4. Intérêt socioéconomique

Les Diptères suscitent un intérêt majeur en entomologie médicale, vétérinaire et agricole (Matile, 1993). Certaines espèces, comme les Tabanidae et les Ceratopogonidae, peuvent causer des dommages significatifs aux cultures ou au bétail (Chinery, 2012). Par ailleurs, ils jouent un rôle important en entomologie médico-légale, notamment les Calliphoridae, utilisés pour estimer le temps écoulé depuis le décès dans les enquêtes criminelles (Greenberg, 1991).



Musca domestica (Linnaeus, 1758)



Lucilia sericata (Meigen, 1826)



Culex pipiens (Linnaeus, 1758)

Figure 7 : Exemples des espèces d'ordre diptères

3.5. Les Lépidoptères

Les Lépidoptères sont un ordre d'insectes qui comprend les papillons diurnes et nocturnes, avec un développement holométabole. Cette définition est issue des études classiques en entomologie (Kristensen, 1999).

3.5.1. Morphologie

Les ailes des Lépidoptères sont recouvertes de fines écailles colorées, caractéristique qui leur donne leur nom et qui est largement décrite dans la littérature spécialisée (Scoble, 1992). Leur appareil buccal est de type suceur, avec une trompe (ou spiritrompe) adaptée à l'absorption du nectar, une adaptation bien détaillée par Nielsen (2001). Quant aux antennes, leur forme varie

selon le sous-ordre : elles sont en massue chez les Rhopalocères et filiformes chez les Hétérocères (Scoble, 1992). (**figure 8**)

3.5.2. Développement

Les Lépidoptères subissent une métamorphose complète comprenant quatre stades successifs : l'œuf, la larve appelée chenille, la nymphe ou chrysalide, puis l'adulte, appelé imago. Ce cycle de développement est largement documenté dans les études classiques sur la biologie des insectes (Richards et Davies, 1977).

3.5.3. Habitat

Les Lépidoptères habitent des environnements variés : forêts, prairies, jardins, zones humides. Les chenilles ont des exigences écologiques spécifiques, notamment en ce qui concerne les plantes hôtes. Les papillons nocturnes (Hétérocères) préfèrent souvent les habitats plus sombres (Holloway, 1984).

3.5.4. Alimentation

L'alimentation des Lépidoptères varie selon les stades de leur développement. Les larves, appelées chenilles, sont principalement phytophages et consomment feuilles, tiges et fruits (Scriber et Slansky, 1981). Chez les adultes, l'alimentation se limite généralement au nectar, bien que certaines espèces, comme celles du genre *Bombyx*, ne se nourrissent pas du tout à ce stade (Hinton, 1981).

3.5.5. Rôle écologique

Les lépidoptères jouent un rôle clé en tant que polliniseurs et sont également une source de nourriture pour de nombreux animaux. Certaines espèces de chenilles peuvent devenir des ravageurs agricoles, comme la chenille processionnaire (Pellissier et al. 2012).



Vanessa cardui (Linnaeus, 1758)
(La Belle-Dame)



Pyrgus onopordi (Rambur, 1839)



Ostrinia nubilalis (Hubner, 1796)

Figure8 : Exemples d'espèces d'ordre lépidoptère

3.6. Les Coléoptères

Les Coléoptères sont des insectes holométaboles dont les ailes antérieures sont transformées en élytres rigides qui recouvrent et protègent les ailes postérieures et l'abdomen. (Chinery, 2012).

3.6.1. Caractéristiques morphologiques

Les Coléoptères présentent une grande diversité de taille, allant de seulement 0,25 mm chez les Ptiliidae à 15 cm pour des espèces comme *Titanus giganteus* (Bouchard et al., 2009). Leur particularité morphologique majeure réside dans leurs ailes antérieures, appelées élytres, qui sont scléritifiées (durcies) et ne participent pas au vol (Lawrence & Newton, 1995).

Les véritables ailes de vol sont les ailes postérieures, membraneuses, repliées sous les élytres lorsque l'insecte est au repos (Grimaldi & Engel, 2005). Leur appareil buccal est de type broyeur, ce qui leur permet d'adopter des régimes alimentaires très variés (Chapman, 2009). Les antennes, quant à elles, ont des formes diverses mais sont souvent composées de 11 segments (White, 1983). Enfin, les Coléoptères subissent une métamorphose complète (holométabole) avec quatre stades distincts : œuf, larve, nymphe et adulte (Triplehorn & Johnson, 2005). (**figure 9**)

3.6.2. Écologie et rôles dans l'écosystème

Les Coléoptères jouent divers rôles écologiques essentiels. Certains, comme les Scarabaeidae, agissent en tant que décomposeurs en recyclant la matière organique (Scholtz, Chown, Johnson, 1999). D'autres, notamment les Carabidae et les Coccinellidae, sont des prédateurs efficaces qui consomment de nombreux insectes nuisibles (Hodek, van Emden, Honěk, 2012). Les Chrysomelidae, quant à eux, sont principalement herbivores, phytophages, et plusieurs espèces de ce groupe sont reconnues comme ravageurs agricoles (Jolivet & Verma, 2002). Enfin,

certains coléoptères contribuent à la pollinisation, notamment de plantes primitives telles que les Nymphaeaceae (Bernhardt, 2000).

3.6.3. Importance économique

Les Coléoptères ont une importance économique considérable, tant positive que négative. Certaines espèces sont de redoutables nuisibles agricoles, comme *Leptinotarsa decemlineata*, plus connu sous le nom de doryphore de la pomme de terre, qui cause d'importants dégâts aux cultures (Weber, 2003). D'autres, tels que les Anobiidae et les Bostrichidae, peuvent endommager les structures en bois, y compris les meubles et les charpentes (Becker, 1975). À l'inverse, certains Coléoptères sont bénéfiques, notamment en lutte biologique : les coccinelles, par exemple, sont largement utilisées pour contrôler les populations de pucerons dans les cultures (Obrycki & Kring, 1998).



Coccinella septempunctata (Linnaeus, 1758)



Carabus auratus (Linnaeus, 1761)



Scarabaeus sacer (Linnaeus, 1758)

Figure 9 : Exemples d'espèces de coléoptères

4. L'utilisation des insectes

Les insectes sont utilisés par l'homme dans de nombreux domaines, allant de l'agriculture, la pollinisation, la lutte biologique. Voici un aperçu des principales utilisations des insectes :

4.1. Pollinisation par les insectes

Les insectes sont des polliniseurs majeurs, assurant la reproduction d'environ 87 % des plantes à fleurs (Ollerton, Winfree, & Tarrant, 2011). Ce service écosystémique est essentiel pour l'agriculture, car près de 75 % des cultures alimentaires mondiales en dépendent (Klein et al. 2007). L'abeille domestique (*Apis mellifera*) joue un rôle central en tant que pollinisateur commercial (Free, 1993), tandis que les bourdons (*Bombus terrestris*) sont efficaces en pollinisation sous serre (Velthuis & van Doorn, 2006), et que les mouches syrphides complètent leur action dans divers écosystèmes (Rader, 2016). Au-delà de l'agriculture, ces insectes contribuent à la biodiversité végétale et à la stabilité des écosystèmes naturels (Potts et al. 2010).

4.2. Lutte biologique par les insectes

La lutte biologique constitue une méthode durable de protection des cultures en s'appuyant sur des insectes utiles pour réguler les ravageurs. Parmi les principaux prédateurs, les coccinelles comme *Coccinella septempunctata* (Hodek & Honěk, 1996), les chrysopes telles que *Chrysoperla carnea* (Canard, Séméria, & New, 1984), et les syrphes comme *Episyphus balteatus* (Rojo et al. 2003) sont couramment utilisés pour contrôler les pucerons et autres insectes nuisibles. Du côté des parasitoïdes, les trichogrammes (*Trichogramma brassicae*) ciblent les œufs de lépidoptères (Hassan, 1993), tandis que *Aphidius ervi* (Van Lenteren, 2000) est efficace contre les pucerons. Cette méthode présente plusieurs avantages : elle limite l'usage de pesticides chimiques (Bale et al. 2008), respecte les équilibres écologiques (Gurr et al. 2004) et offre des bénéfices économiques à long terme (Van Lenteren, 2012).

4.3. Entomophages : les insectes comme source de nutrition durable

Les insectes constituent une source alimentaire prometteuse grâce à leur richesse en protéines, lipides, vitamines (B1, B2, B12) et minéraux comme le fer et le zinc (Van Huis et al. 2013). Plus de 2 000 espèces sont consommées à travers le monde, notamment *Tenebrio molitor*, *Acheta domesticus* et *Locusta migratoria*. Ils peuvent être consommés entiers ou sous forme de farines protéinées, comme la farine de grillon qui peut contenir jusqu'à 70 % de protéines (Payne et al., 2016). Leur élevage est économique en ressources (eau, espace, nourriture) et émet peu de gaz à effet de serre, offrant une alternative écologique à la viande (Oonincx & de Boer, 2012). Consommés traditionnellement en Afrique, Asie et Amérique latine par plus de deux

milliards de personnes (Jongema, 2017), les insectes suscitent un intérêt croissant en Algérie pour renforcer la sécurité alimentaire.

4.4. Agroalimentaire

L'usage des insectes dans l'agroalimentaire connaît un développement rapide, grâce à leur haute valeur nutritionnelle et leur faible impact environnemental. Des espèces comme *Acheta domesticus*, *Tenebrio molitor* et *Hermetia illucens* sont riches en protéines, acides aminés, fer, zinc et vitamines, dont la B12 (FAO, 2013). En Europe, leur utilisation est encadrée par l'EFSA, permettant la commercialisation de produits alimentaires innovants tels que barres protéinées ou pâtes enrichies en poudre d'insectes (EFSA Journal, 2021).

Les farines d'insectes sont aussi utilisées dans l'alimentation animale, notamment en aquaculture et aviculture, avec de meilleurs rendements écologiques que les farines de poisson (Ynsect – Ministère de l'Agriculture, France). Par ailleurs, certaines espèces comme *H. illucens* permettent la valorisation des déchets organiques en biomasse riche en protéines (We Demain, 2023). Enfin, les insectes fournissent des substances d'intérêt industriel : chitosane, huiles, et colorants naturels comme l'acide carminique de la cochenille (Techniques de l'Ingénieur, 2022). Malgré des freins culturels, le marché mondial des insectes comestibles est en pleine croissance, estimé à 8 milliards de dollars d'ici 2030 (Vitagora, 2022).

4.5. Applications pharmaceutiques

Les insectes représentent une source prometteuse de molécules bioactives en pharmacologie entomologique. Les peptides antimicrobiens (AMPs) présents dans l'hémolymphé de certains insectes, comme les mouches ou criquets, sont efficaces contre des bactéries résistantes aux antibiotiques (Chowdhury & Huang, 2014). La chitine et le chitosane extraits de leur exosquelette sont utilisés en pharmacie, notamment pour des pansements cicatrisants et la libération contrôlée de médicaments (Kaya et al. 2015). En médecine régénérative, la thérapie larvaire avec *Lucilia sericata* permet de nettoyer les plaies chroniques grâce à des enzymes digestives (Sherman, 2009). Par ailleurs, certains venins, comme celui des abeilles, contiennent des toxines telles que la mélittine, qui présentent un potentiel anticancéreux important (Duffy, Sorolla, & Chambers, 2020).

CHAPITRE 02 :

PRESENTATION

DE LA REGION

D'ETUDE

Chapitre 2 : Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique de la région de Constantine

La ville de Constantine est située à 36° 22' Nord et 6°37' Est du méridien de Greenwich, distante de 431 Km de l'Est d'Alger, de 86 Km de Skikda et de 159 Km d'Annaba. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Skikda, à l'Est par la wilaya de Guelma, à l'Ouest par la wilaya de Mila, et au Sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi. (figure10). Ayant une superficie de 2287.77 Km², soit 0.09 % de l'ensemble de la superficie nationale. La ville de Constantine, à elle seule représente le 1/10ème de la superficie totale de la wilaya (DPAT.2002)

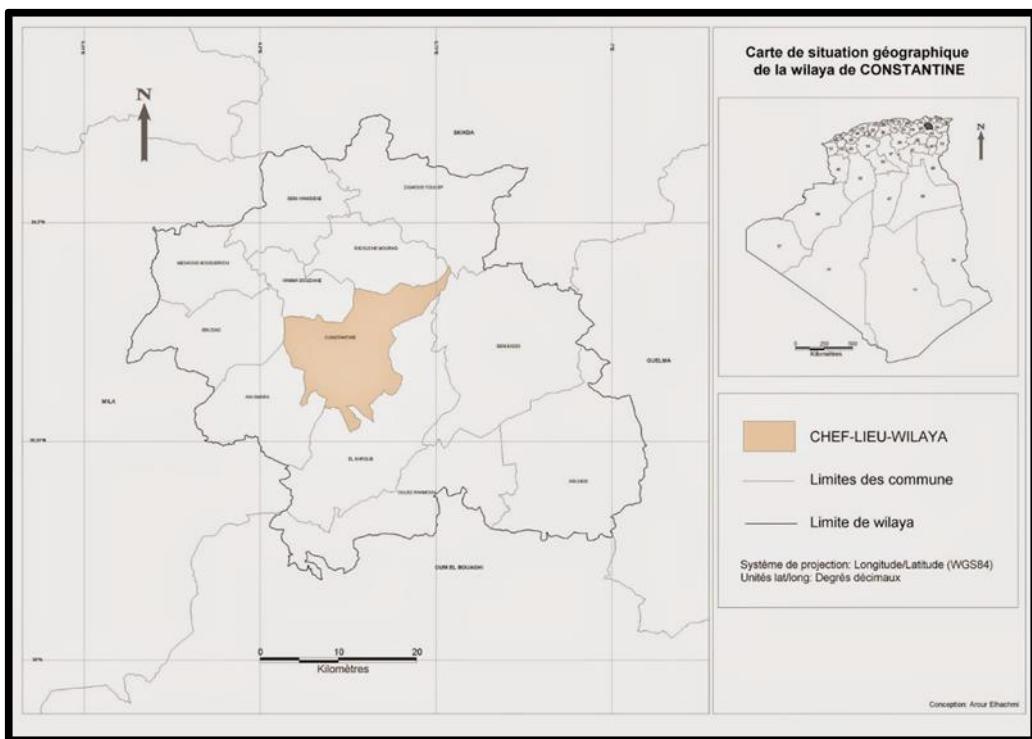


Figure 10 : Situation géographique de la région de Constantine(DPAT.2002)

2. Climat général de la région de Constantine

L'Est algérien est limité au Nord par la méditerranée, au Sud par le Sahara, constituant le secteur le plus varié de l'Algérie. Le bassin du Rhumel est soumis à deux climats différents : un climat subhumide dans la partie Nord, on se rapprochant de la chaîne numidique, et un climat semi-aride dans la partie Sud des Hautes Plaines. La carte des régions bioclimatiques de l'Est Algérien permet de classer Constantine selon un étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (COTE.M, 1998), qui se caractérise par une pluviosité qui varie de 550 à 350 mm c'est le régime de l'ensemble des Hautes Plaines, portées à 800 ou 1000 m d'altitude suivant les secteurs. La

pluviométrie répartie en deux maxima (fin d'automne et fin de printemps). La tranche pluvieuse est mal repartie dans le temps et l'espace. Elle se présente souvent sous forme de grandes averses ou des vagues instantanées des pluies, tout en variant en allant du Nord au Sud. L'étude des données pluviométriques propres à une période récente (1975 à 2004) (ONM) a permis de connaître le régime des précipitations, qui se caractérise par son irrégularité. Les moyennes pluviométriques annuelles propres à cette période, varient de 252.7 mm enregistrées en 1983 à 876.1 mm enregistrées en 1984. Le climat joue donc un rôle capital dans le comportement des cours d'eau et par conséquent des crues et des inondations. Les précipitations, en ayant une grande importance dans la régénération des réserves d'eau, se répercutent directement sur le régime d'écoulement des Oueds. Constantine a connu plusieurs inondations, qui ont causé des destructions d'ouvrages et des pertes humaines considérables. (Exemple de la crue subite d'Oued Rhumel qui a eu lieu le 19 Janvier 1958, en amont des gorges de Constantine (Bardo), elle a détruit le pont d'Arcole et a causé la mort de 07 personnes, 01 disparu et 1500 familles déplacées).

3. Végétation de Constantine

3.1. Forêts méditerranéennes

Dans les régions montagneuses autour de Constantine, les forêts dominantes sont constituées de chêne-liège (*Quercus suber*) et de chênes verts (*Quercus ilex*). Ces forêts sont adaptées aux conditions climatiques méditerranéennes, avec des étés secs et des hivers doux. Le chêne-liège est particulièrement important en raison de la récolte régulière de son écorce pour la production de bouchons. (anonyme8)

3.2. Maquis méditerranéens

En raison de l'intensification de l'activité humaine, notamment le déboisement, le maquis est une autre forme de végétation répandue autour de Constantine. Il est principalement composé de buissons et d'arbustes comme le romarin (*Rosmarinus officinalis*), le genévrier (*Juniperus oxycedrus*), le ciste (*Cistus*), et le thym (*Thymus vulgaris*), adaptés aux sols secs et pauvres. (Saha, 2022).

3.3. Steppes et zones semi-arides

Les zones semi-arides, notamment au sud de Constantine, sont dominées par des herbes basses et des plantes adaptées à des conditions de sécheresse extrême, comme le stipa (*Stipa tenacissima*). Ces steppes sont souvent peu couvertes, mais résilientes. (Cherfaoui, 2019).

3.4. Culture de l'olivier

L'olivier (*Olea europaea*) est une espèce caractéristique de la région, cultivée sur une grande partie des terres agricoles autour de Constantine. Cette culture, profondément ancrée dans l'histoire de la région, profite du climat méditerranéen pour se développer. (Boudour, 2020).

3.5. Flore rotarienne

Le long des rivières et des oueds, comme l'oued Rhumel, on observe des plantes ripariennes telles que le saule (*Salix*), le peuplier (*Populus*), et l'aulne (*Alnus*), qui prospèrent dans les sols humides des berges. (Institut des Sciences de l'Environnement, 2021).

3.6. Plantes médicinales et aromatiques

La région est également réputée pour la culture et la présence de nombreuses plantes médicinales et aromatiques, comme le fenouil (*Foeniculum vulgare*), la camomille (*Matricaria chamomilla*) et la lavande (*Lavandula*), qui sont adaptées aux conditions sèches et profitent de la diversité des sols. (Ben hadj, et al. 2021).

4.7. Plantes envahissantes

Quelques espèces envahissantes, comme la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*), ont été observées le long de certains oueds et ruisseaux. Ces plantes peuvent affecter la biodiversité locale en modifiant les écosystèmes aquatiques. (Amara, 2020). (**figure 11**)

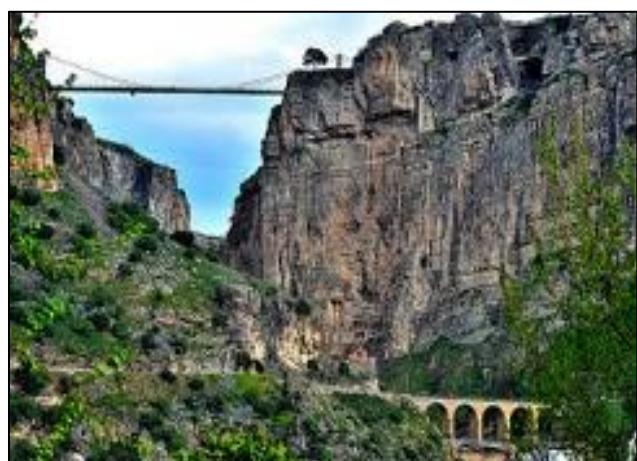
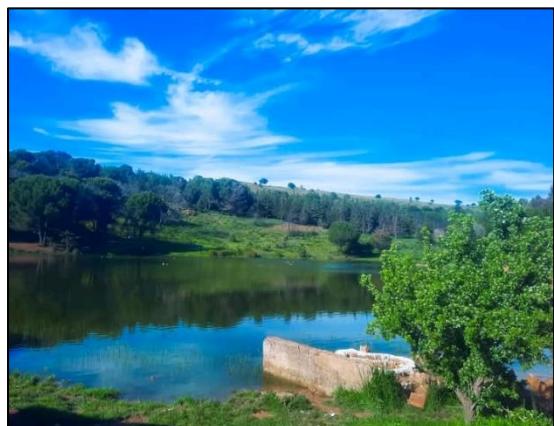


Figure 11 : Différent milieu de la région de Constantine

CHAPITRE 03 :

MATERIAL ET

METHODES

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

1. Choix des stations d'étude

Nous avons sélectionné plusieurs stations d'étude distinctes afin de mener une étude combinée de l'entomofaune et de l'aspect socio-économique, en tenant compte de l'intérêt des insectes et des activités humaines associées. Chaque station a été choisie de manière stratégique pour représenter des biotopes variés (par exemple : milieux cultivés, zones urbaines, friches).

Ainsi, nous garantissons à la fois la diversité écologique de l'inventaire entomologique et la pertinence de l'analyse des interactions entre insectes et sociétés locales. Nous avons choisi six stations suivantes : Bekira, El gammas, Hamma Bouziane, Campus Chaab-Erassas, Centre-ville et station de Aéroport de Constantine.

2. Présentation des sites d'étude

2 .1. Centre-ville de Constantine

Le centre-ville de Constantine, situé au nord-est de l'Algérie, se trouve à une latitude d'environ 36° et une longitude de 6° , avec une altitude avoisinant les 640 mètres. Le climat est de type méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux à modérément froids. La végétation y est majoritairement spontanée, composée de plantes herbacées et d'arbustes adaptés aux conditions urbaines et semi-naturelles, offrant un micro habitat favorable à une diversité d'espèces entomologiques. (**figure 12**)

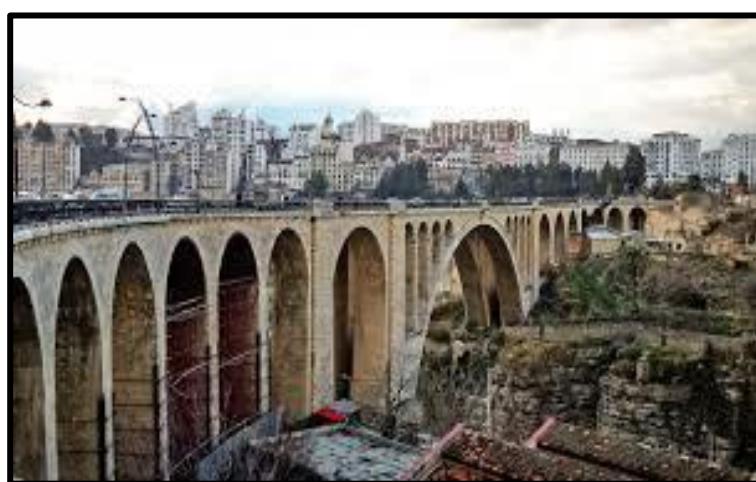


Figure 12 : Station Centre-ville de Constantine (photo originale)

2.2. Station de Bekira

La station de Bekira, localisée dans la commune de Hamma Bouziane, wilaya de Constantine, possède des coordonnées géographiques approximatives de $36^{\circ} 23' 32''$ de latitude Nord et $6^{\circ} 38' 26''$ de longitude Est. Elle se distingue par un environnement semi-rural, avec une végétation plus développée que celle du centre urbain, comprenant des zones agricoles, des friches et des formations arbustives. Le climat y est également méditerranéen, ce qui, combiné à la diversité du couvert végétal, crée un habitat propice au développement de différentes communautés entomologiques (**Figure13**). La distance entre Bekira et le centre-ville de Constantine est d'environ 6 à 8 Km par la route.



Figure 13 : Station Bekira (Photo originale)

2.3. El gammas

Le quartier El Gammas est un quartier résidentiel situé à l'est du centre-ville de Constantine, à environ 7 kilomètres de celui-ci. Intégré au tissu urbain de la ville, il bénéficie des infrastructures et des services communaux. Ses coordonnées géographiques approximatives sont les suivantes : une latitude de 36° Nord, une longitude de 6° Est, et une altitude d'environ 700 mètres. Le milieu naturel y est mixte, combinant des zones de végétation spontanée et des terres cultivées. Il convient de noter que ces données peuvent légèrement varier selon la source et la précision du point de référence utilisé. (**Figure14**)



Figure 14 : Station El gammas (photo originale)

2.4. Hamma Bouziane

Hamma Bouziane est une commune située dans la wilaya de Constantine, en Algérie. Elle se trouve à une latitude d'environ 36° Nord et une longitude de 6° Est, à une altitude de 479 mètres. Le milieu y est majoritairement cultivé, ce qui témoigne de son importance agricole dans la région. La distance qui la sépare du centre-ville de Constantine est estimée entre 10 et 12 kilomètres par la route. (**Figure15**)



Figure 15 : Station Hamma Bouziane (photo originale)

2. 5. Campus Chaab-Erssas

Le campus universitaire Chaab-Erssas, localisé au sud-est de Constantine. Ce campus, associé à l'Université Mentouri de Constantine (**figure16**), est situé à une latitude de $36^{\circ} 20' 18.92''$ Nord et une longitude de $6^{\circ} 37' 27.13''$ Est, à environ 683 mètres d'altitude.



Figure 16 : Station Campus Chaab-Erssas (photo originale)

2 .6. Station Aéroport

L'aéroport civil international de Constantine, connu sous le nom de "Mohamed Boudiaf", est situé au sud de la wilaya sur le plateau d'Ain El Bey, à environ 12 km du centre-ville de Constantine. Initialement construit en 1943, est situé à une latitude de $36^{\circ} 16' 34''$ Nord et une longitude de $6^{\circ} 37' 0''$ Est, à environ 706 mètres d'altitude.(figure 17)



Figure 17 : Station Aéroport (photo originale)

3. Méthodologie d'échantillonnage

3.1. Sur terrain

3.1.1. Matériel d'échantillonnage

Sur le terrain, nous utilisons **un équipement adapté aux différentes conditions** pour optimiser la collecte des insectes. **Le filet fauchoir** (sweep-net) permet de balayer efficacement la végétation basse (herbes, buissons), particulièrement utile pour des groupes comme les Orthoptères ou Hétéroptères.

Les boîtes en plastique, servent à stocker temporairement les spécimens, évitant leur fuite ou dommage pendant le transport. Pour documenter chaque relevé, **un bloc-notes** est indispensable : il permet de consigner systématiquement la date, l'heure, le lieu et les conditions environnementales, élément fondamental des protocoles de collecte. Enfin, **des pinces (forceps)** fines et légères sont utilisées pour manipuler délicatement les insectes, notamment les plus petits ou fragiles, limitant les risques de dommages. (**figure 18**)



Figure 18 : Matériel utilisé sur terrain (Photo originale)

3.1.2. Méthode d'échantillonnage

Afin d'obtenir une représentation fiable de la diversité entomologique de la région de Constantine, nous avons adopté une méthode d'échantillonnage aléatoire. Cette approche consiste à prélever des échantillons d'insectes de manière non systématique, en veillant à couvrir un large éventail d'habitats. Les prospections ont été réalisées dans quatre types d'environnements : les habitats naturels (forêts, maquis), les milieux cultivés (champs agricoles, vergers), et les espaces urbains (jardins publics, abords des habitations). Cette stratégie vise à maximiser la diversité des espèces collectées et à obtenir des données représentatives de l'entomofaune présente dans chaque habitat.

3.2. Au laboratoire

3.2.1. Matériels

Au laboratoire, nous disposons d'un ensemble d'équipements essentiels pour le traitement et la conservation des spécimens entomologiques. **Une étuve** est utilisée pour le séchage contrôlé des insectes, assurant leur dessiccation sans détérioration. **Un congélateur** sert à tuer à la fois les insectes et leurs parasites potentiels.

Pour le **montage**, nous utilisons des **épingles entomologiques** et du **polystyrène** : les insectes sont fixés sur ce support lors du séchage, afin de maintenir la posture et faciliter l'observation. Les spécimens sont ensuite rangés dans une **boîte de collection**, fermée pour les protéger de la poussière, des variations d'humidité et des infestations. Pour l'identification morphologique, une **loupe binoculaire** permet d'explorer finement les détails microscopiques.

Certains insectes sont conservés temporairement dans **l'alcool (70 %)**, particulièrement les larves ou petits individus, afin d'éviter le dessèchement avant le montage définitif. Enfin, **la naphtaline** (boulettes ou cristaux) est employée comme répulsif pour prévenir les infestations dans les boîtes. (**figure 19**)

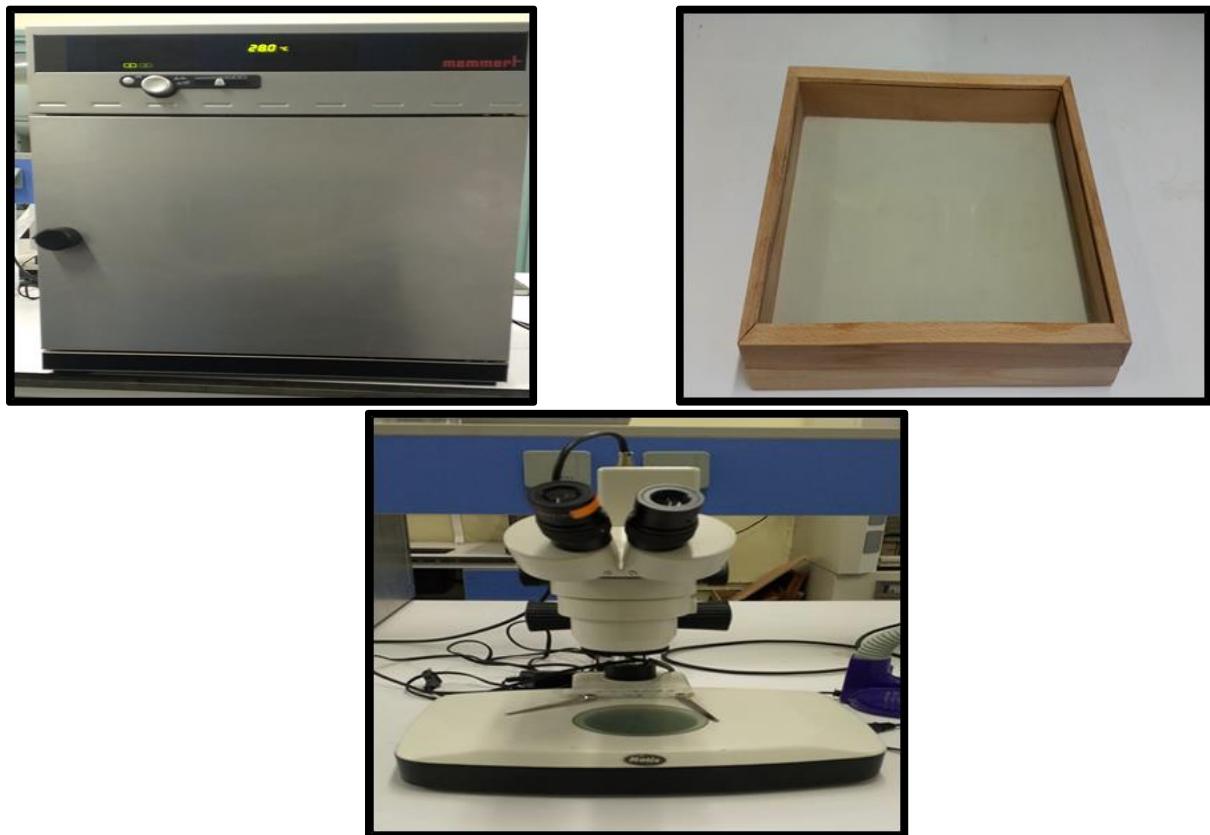


Figure 19 : Matériel utiliser au laboratoire (Photo originale)

3.2.2. Méthodologie de travail

3.2.2.1. Le tri

Les échantillons ont été classés par ordre d'insectes, puis, au sein de chaque ordre, ils ont été répartis par famille en se basant sur certains caractères morphologiques distinctifs, tels que la forme et la disposition des ailes, la structure des antennes, ainsi que la morphologie générale du corps, afin de faciliter l'identification et l'analyse de la diversité entomologique dans la région étudiée. (**figure 20**)



Figure 20 : Le tri (photo originale)

3.2.2.2. L'identification et préparation des boîtes de collections

L'identification des spécimens collectés a été réalisée à l'aide de clés dichotomiques adaptées à la faune entomologique nord-africaine, en se basant principalement sur l'examen de caractères morphologiques externes. L'observation a été effectuée à l'aide d'une loupe binoculaire, permettant une distinction précise entre les différentes familles. Chaque individu a été soigneusement comparé aux descriptions figurant dans la littérature spécialisée afin d'assurer une identification fiable. (Chopard 1943, Heiko Bellmann 2014, Acridomorpha)

Les identifications de certains groupes sont réalisées par des spécialistes du Laboratoire de Biosystématique et Écologie des Arthropodes, ainsi que par des experts internationaux tels que **José Luis Viejo Montesinos** (Universidad Autónoma de Madrid, Espagne) pour les Lépidoptères et Prof. Massa d'Italie pour les Orthoptères. Les insectes sont conservés dans une boîte de collection avec des étiquettes. (figure 21)

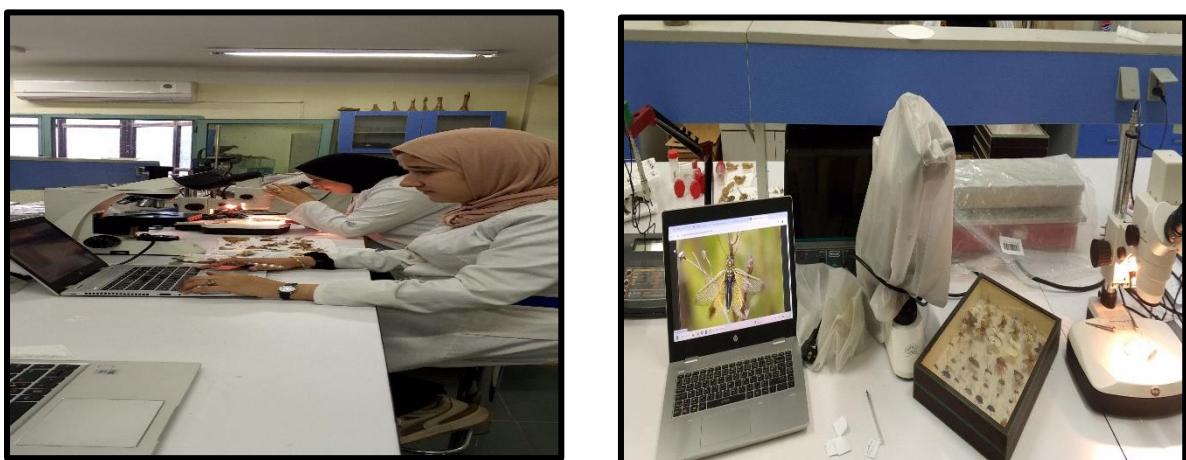


Figure 21 : L'identification et préparation des boîtes de collections (photo originale)

3.3. Classification des insectes selon l'intérêt

Après avoir identifié les insectes récoltés, révisé les travaux réalisés sur l'entomofaune de la région de Constantine et étudié les collections du Laboratoire de Biosystématique et Écologie des Arthropodes, nous avons classé les espèces d'insectes selon leur intérêt socio-économique.

4. Exploitation des résultats par les indices écologiques

4.1. Les indices écologiques de composition

4.1.1. Richesse spécifique (totale)

Elles représentent un des paramètres fondamentaux qui caractérisent un peuplement. On distingue une richesse totale et une richesse moyenne (Ramade, 1984 ; Blondel, 1979).

La richesse totale d'un peuplement dans un milieu correspond au nombre de toutes les espèces observées au cours de N relevés. Ramade (1984) avance que la richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent.

$$S = Sp1 + Sp2 + Sp3 + \dots + Spn.$$

S : est le nombre total des espèces observées.

Sp1 + Sp2 + Sp3 + ... + Spn. : sont les espèces observées.

4.1.2. Richesse moyenne (Sm)

D'après Ramade (1984), la richesse moyenne correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement. La richesse totale présente l'inconvénient d'aboutir à un même poids pour toutes les espèces quel que soit leur abondance. C'est pourquoi, il est préférable de calculer la richesse moyenne. Cette dernière permet de calculer l'homogénéité du peuplement.

Ki : est la somme des richesses totales obtenues à chaque relevé.

N : est le nombre total des relevés

4.1.3. Fréquence d'occurrence (constance)

Selon Dajoz (1971), la fréquence relative est le pourcentage d'individus d'une espèce par rapport au total des individus. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose. Elle est désignée par le pourcentage suivant

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

ni : le nombre d'individus pour une espèce donnée

N : le nombre des individus.

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

Un indice de diversité peut traduire à l'aide d'un seul nombre, la richesse spécifique d'une part et l'abondance relative des espèces d'autre part, reflet de l'équilibre dynamique de la biocénose (Dajoz, 1974). Un indice de diversité élevé correspond à des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces, chacune étant représenté par un petit nombre d'individus. Un indice de diversité faible traduit des conditions de vie défavorables, le milieu étant pourvu de peu d'espèces mais chacune d'elle ayant en général de nombreux individus. Nous avons calculé les indices de diversité par un logiciel PAST.

CHAPITRE 04 :

RESULTATS

1. Inventaire de l'entomofaune de la région de Constantine

L'inventaire de l'entomofaune de la région de Constantine pendant la période du novembre 2024 au juin 2025 totalise la présence de 102 espèces, les résultats sont mentionnés dans le tableau (1).

Tableau 1 : Inventaire global de l'entomofaune de la région de Constantine

Ordre	Famille	Espèce
Orthoptera	Acrididae	<i>Acrotylus patruelis patruelis</i> (Herrich-schaffer, 1838)
		<i>Ailopus strepens</i> (Latreille, 1804)
		<i>Eyprepocnemis plorans</i> (Brunner von wattenwyl, 1893)
		<i>Acrotylus longipes longipes</i> (Charpentier, 1845)
		<i>Oedipoda fuscocincta fuscocincta</i> (Lucas, 1849)
		<i>Oedipoda sp</i> (Latreille, 1829)
		<i>Calliptamus sp</i> (Serville, 1831)
		<i>Pezotettix giornae</i> (Rossi, 1794)
	Cyrtacantacridinae	<i>Anacridium aegyptium</i> (Linnaeus, 1764)
	Pamphagidae	<i>Ocneridia volxemii</i> (Bolivar, 1878)
		<i>Acinipe calabra</i> (Costa, 1836)
		<i>Ocneridia canonica</i> (Lucas, 1847)
		<i>Pamphagus elephas</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Ocneridia microptera</i> (Brisout, 1851)
		<i>Pamphagus millevitanus</i> (Benkenana, Massa, 2017)
Orthoptera /Enseifera	Tettigoniidae	<i>Odon Tura algerica</i> (Brunner von wattenwyl, 1878)
		<i>Decticus albifrons</i> (Fabricius, 1775)
		<i>Platycleis sp</i>
	Gryllidae	<i>Gryllus bimaculatus</i> (De Geer, 1773)
Mantodea	Mantidae	<i>Omecestus africanus</i> (Zetterstedt, 1821)
		<i>Mantis religiosa</i> (Linnaeus, 1758)
Lepidoptera	Pieridae	<i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Euchloe ausonia</i> (Hubner, 1804)
		<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Colias crocea</i> (Geoffroy, 1785 In Fourcroy)
		<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
	Sphingidae	<i>Hyles livornica</i> (Esper, 1780)
		<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Danaus chrysippus</i> (Carl von Linné, 1758)
		<i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)
	Papilionidae	<i>Papilio machaon</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Leptotes pirithous</i> (Linnaeus, 1767)
	Lycaenidae	<i>Glaucoopsyche melanops</i> (Boisduval, 1828)
		<i>Epeorus kuehniella</i> (Jaller, 1879)
	Pyralidae	<i>Pyralidae sp</i> (Latreille, 1809)
		<i>Zygaena favonia</i> (Freyer, 1844)
		<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)
Neuroptera	Ascalaeidae	<i>Libelloides ictericus</i> (Charpentier, 1825)

	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)
Coleoptera	Carabidae	<i>Carabus morbillulosus</i> (Fabricius, 1792)
		<i>Dinodes decipiens</i> (L. Dufour, 1820)
		<i>Licinus punctalulus</i> (Fabricius, 1792)
		<i>Cérambycidae sp</i>
	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Henosepilachna argus</i> (Geoffroy, 1762)
	Cleridae	<i>Trichodes alvearius</i> (Fabricius, 1792)
	Tenebrionidae	<i>Tenebrionidae sp 1</i>
		<i>Tenebrionidae sp 2</i>
		<i>Tenebrionidae sp 3</i>
		<i>Tenebrionidae sp 4</i>
		<i>Tenebrionidae sp 5</i>
		<i>Tenebrionidae sp 6</i>
		<i>Tenebrionidae sp 7</i>
		<i>Tenebrionidae sp 8</i>
		<i>Tenebrionidae sp 9</i>
		<i>Tenebrionidae sp 10</i>
	Scarabaeidae	<i>Tropinota squalida</i> (Scopoli, 1761)
		<i>Scarabaeidae sp 1</i>
		<i>Scarabaeidae sp 2</i>
		<i>Scarabaeidae sp 3</i>
		<i>Scarabaeidae sp 4</i>
		<i>Oxythyrea funesta</i> (Poda, 1761)
	Curculionidae	<i>Curculionidae sp 1</i>
		<i>Lixus sp</i>
		<i>Curculionidae sp 2</i>
		<i>Curculionidae sp 3</i>
	Chrysomelidae	<i>Chrysolina bankii</i> (Fabricius, 1775)
		<i>Chrysomelidae sp 1</i>
		<i>Chrysomelidae sp 2</i>
		<i>Chrysomelidae sp 3</i>
		<i>Chrysomelidae sp 4</i>
		<i>Lachnaia italica</i> (Weise, 1881)
Diptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i> (Linnaeus, 1758)
	Calliphoridae	<i>Lucilia caesar</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Calliphora vicina</i> (Linnaeus, 1758)
	Syrphidae	<i>Eristalis tonax</i> (Linnaeus, 1758)
	Culicidae	<i>Culex pipiens</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Aedes sp</i>
Hymenoptera	Sphecidae	<i>Sceliphron spirifex</i> (Linnaeus, 1758)
	Scoliidae	<i>Dasyscolia ciliata</i> (Fabricius, 1787)
	Apidae	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Anthophora sp</i> (Latreille, 1803)
		<i>Xylocopa violacea</i> (Linnaeus, 1758)
	Megachilidae	<i>Osmia rufa</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Osmia sp</i> (Panzer, 1806)
		<i>Mégachile sp</i> (Latreille, 1802)
	Vespidae	<i>Vespa sp</i>

	Formicidae	<i>Cataglyphis bicolor</i> (Fabricius, 1793) <i>Messor barbarus</i> (Linnaeus, 1767) <i>Formicidae sp</i> (Latrelle, 1809)
Dermoptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> (Linnaeus, 1758)
Hemiptera	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758)
	Coreidae	<i>Anoplocerus elevatus</i> (Fieber, 1861)
		<i>Coreus marginatus</i> (Fabricius, 1794)
		<i>Enoplops scapha</i> (Fabricius, 1794)
	Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris apterus</i> (Linnaeus, 1758)
	Cimicidae	<i>Cimex lectularius</i> (Linnaeus, 1758)

2. Structure de l'entomofaune

L'échantillonnage des insectes a permis de mettre en évidence une grande diversité entomologique répartie sur plusieurs types de milieu : agricoles, forestiers et urbains. Plusieurs campagnes de collecte ont été menées a révélé l'identification de 102 espèces entomologiques répartis en 40 familles et 9 ordres. Celui les coléoptères est majoritairement le mieux représenté avec 32 espèces couvrant 08 familles différentes soit 31 %. En deuxième position les orthoptères avec 22 espèces et 07 familles (21%). Les lépidoptères viennent en troisième position avec 20 espèces et 08 familles (20%). En quatrième rang les hyménoptères avec 13 espèces et 06 familles. Cinquièmement les hémiptères et les diptères avec 06 espèces et 04 familles. Les ordres les moins importants au niveau de la région de Constantine sont celui des Neuroptères et des Dermoptères (1%, 2%) (figure 22 et 23).

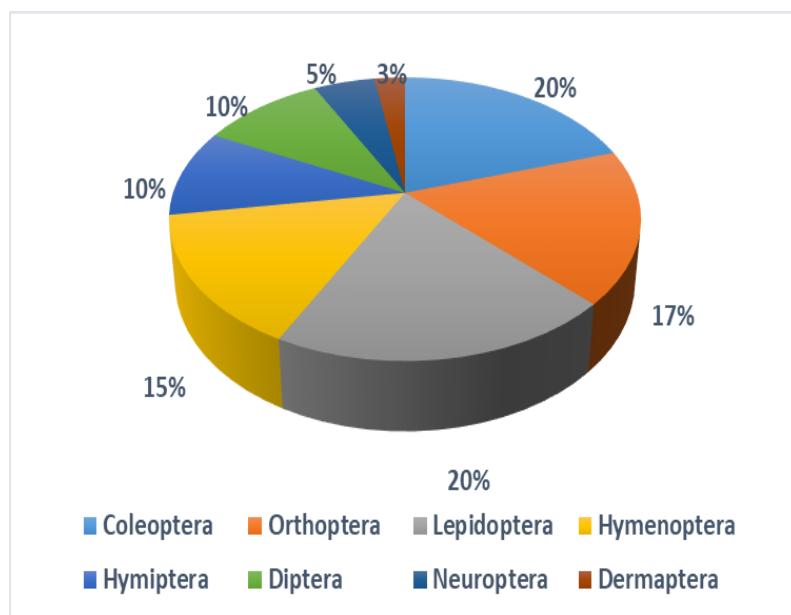


Figure 22 : Le pourcentage des familles pour chaque ordre

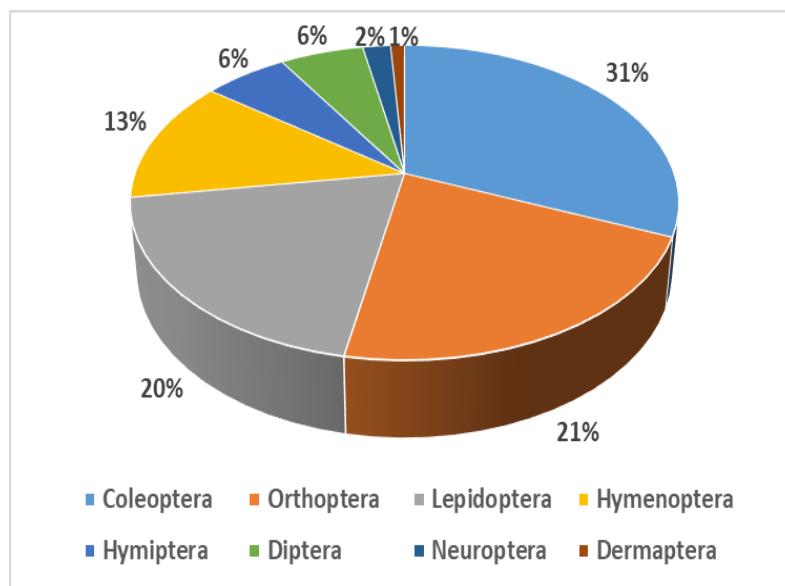


Figure 23 : Le pourcentage de nombre d'espèces pour chaque ordre

3. Répartition des espèces entre les stations d'étude

Notre travail a été réalisé dans huit stations d'étude afin d'avoir une meilleure idée de la biodiversité des insectes dans la région de Constantine. La répartition des espèces entre les stations est présentée dans le tableau(2).

Tableau 2 : Répartition des espèces entre les stations d'étude

Espèce/ Station	Bekira	El gammas	Hamma Bouziane	Campus Chaab-Erssas	El meridj	El kheroube	Centre-ville	Aéroport
<i>Acrotylus p.patruelis</i>	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>Ailopus strepens</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Eyprepocnemis plorans</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Acrotylus l.longipes</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oedipoda f. fuscocincta</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oedipoda sp</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calliptamus sp</i>	+	-	-	-	-	-	+	-
<i>Pezotettix giornae</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Anacridium aegyptium</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Ocneridia volxemii</i>	+	-	-	+	+	-	-	+
<i>Acinipe calabra</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ocneridia canonica</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pamphagus elephas</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ocneridia microptera</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pamphagus millevitanus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-

<i>Odontura algerica</i>	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Decticus albifrons</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Platycleis sp</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Gryllus bimaculatus</i>	+	+	-	-	+	-	-	-
<i>Mantis religiosa</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Omecestus africanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Pontia daplidice</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Euchloe ausonia</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pieris rapae</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Colias crocea</i>	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Pieris brassicae</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Hyles livornica</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Vanessa atalanta</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vanessa cardui</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Lasiommata megera</i>	+	+	-	-	-	-	+	-
<i>Maniola jurtina</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Danaus chrysippus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pararge aegeria</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Papilio machaon</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Iphiclides podalirius</i>	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Leptotes pirithous</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Glauopsyche melanops</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Ephestia kuehniella</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pyralidae sp</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Zygaena favonia</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Lycaena phlaeas</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Libelloides ictericus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chrysoperla carnea</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Carabus morbillosus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dinodes decipiens</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Licinus punctalulus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cérambycidae sp</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coccinella septempunctata</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Henosepilachna argus</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Trichodes alvearius</i>	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Tenebrionidae sp 1</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Tenebrionidae sp 2</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tenebrionidae sp 3</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Tenebrionidae sp 4</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Tenebrionidae sp 5</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Tenebrionidae sp 6</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Tenebrionidae sp 7</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Tenebrionidae sp 8</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tenebrionidae sp 9</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Tenebrionidae sp 10</i>	-	-	-	+	-	-	-	-

<i>Tropinota squalida</i>	+	+	-	+	-	-	-	+
<i>Scarabaeidae sp 1</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scarabaeidae sp 2</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Scarabaeidae sp 3</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scarabaeidae sp 4</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Oxythyrea funesta</i>	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Curculionidae sp 1</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lixus sp</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Curculionidae sp 2</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Curculionidae sp 3</i>	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Chrysolina bankii</i>	+	-	-	+	-	-	-	+
<i>Chrysomelidae sp 1</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chrysomelidae sp 2</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Chrysomelidae sp 3</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Chrysomelidae sp 4</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lachnaia italica</i>	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Musca domestica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lucilia caesar</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Calliphora vicina</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Eristalis tonax</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Culex pipiens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Aedes sp</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sceliphron spirifex</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Dasyscolia ciliata</i>	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Apis mellifera</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anthophora sp</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Xylocopa violacea</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Osmia rufa</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Osmia sp</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Mégachile sp</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Vespa sp</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Cataglyphis bicolor</i>	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Messor barbarus</i>	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Formicidae sp</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Forficula auricularia</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Nezara viridula</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Anoplcerus elevatus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coreus marginatus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Enoplops scapha</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pyrrhocoris apterus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cimex lectularius</i>	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Euryparuphes sp</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
Total	45	31	16	36	17	9	13	17

(+) : Présence (-) : Absent

D'après le tableau de la répartition des espèces, la station de Bekira se distingue comme la station la plus riche en biodiversité, avec 45 espèces recensées, ce qui témoigne probablement d'une grande diversité et d'un bon état écologique général. Elle est suivie par Campus Chaab-Erssas (36 espèces), El Gammas (31 espèces), puis l'Aéroport (17 espèces). En revanche, les stations les moins riches en diversité spécifique sont El Meridj (17 espèces), El Kheroube (9 espèces) et le Centre-ville (13 espèces). Cette faible diversité peut être interprétée comme un effet de l'urbanisation accrue limitant la présence et la diversité des espèces entomologiques.

4. Etude des principaux ordres

4.1. Coleoptera

L'inventaire des coléoptères totalise la présence de 32 espèces réparties en 08 familles, 27 espèces sont récoltées dans la station de Bekira, 20 espèces dans la station d'El gammas, 13 dans la station de l'Aéroport, 09 espèces dans le Campus Chaab-Erssas, 05 dans El meridj, et une espèce dans le Centre-ville (**figure 24 ,25**)

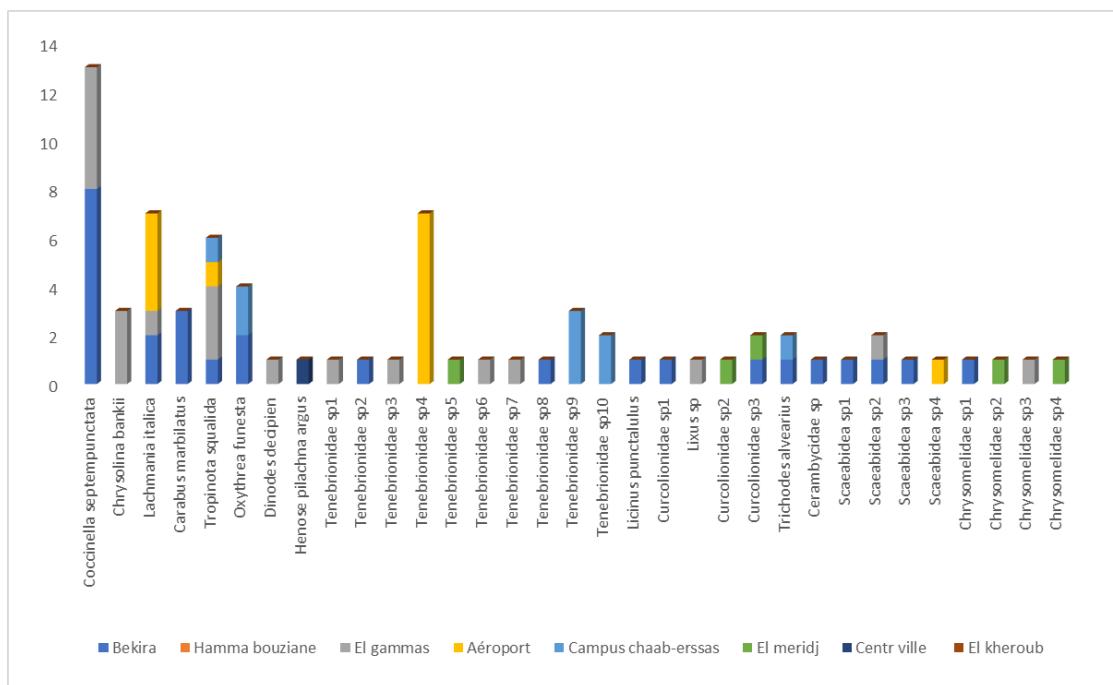


Figure 24 :Répartition des espèces de Coleoptera dans chaque station

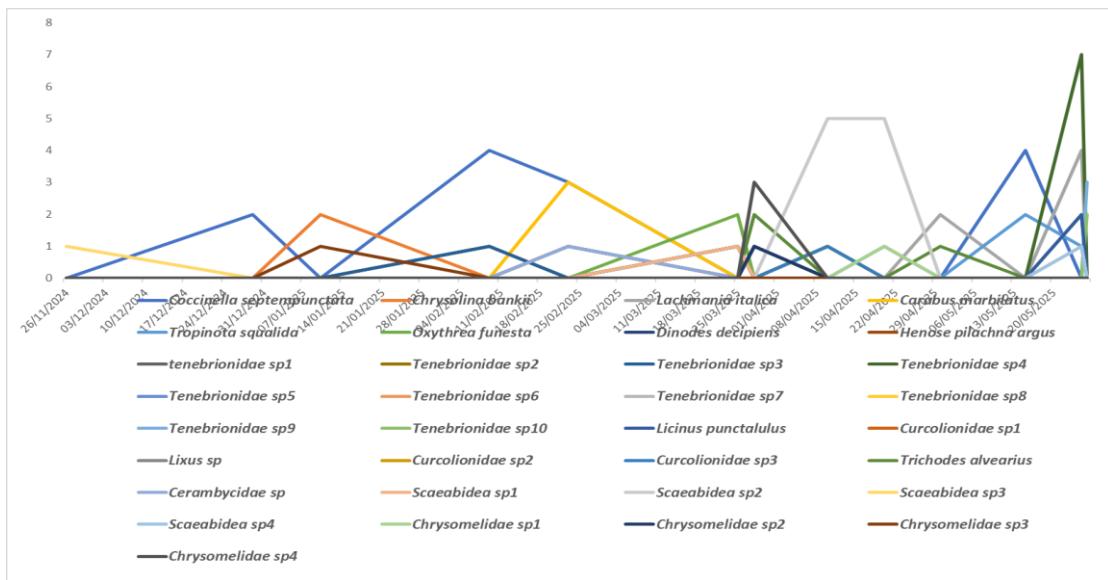


Figure 25 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Coleoptera



Carabus morbillosus (Fabricius, 1792)



Dinodes decipiens (L.Dufour, 1820)



Trichodes alvearius (Fabricius, 1792)



Tenebrionidae sp2



Curculionidae sp4



Scarabidae sp



Scarabidae sp2



Tropinota squalida



Tenebrionidae sp1



Coccinella septepunctata (Linnaeus, 1758)



Oxythyrea funesta (Poda, 1761)



Lachnaia italica (Weise, 1881)

Figure 26 : Espèces des coléoptères inventoriées dans la région de Constantine (photo originale)

4.2. Ordre Orthoptera

L'inventaire des orthoptères totalise la présence de 22 espèces réparti en 07 familles, 48 espèces sont récoltés dans la station de Bekira, 20 espèces dans la station d'El gammas, 07 dans la station de l'Aéroport, 18 espèces dans le Campus Chaab-Erssas, 12 espèces dans à Hamma Bouziane, 08 dans El meridj, et 04 espèce dans le Centre-ville.(Figure 27,28)

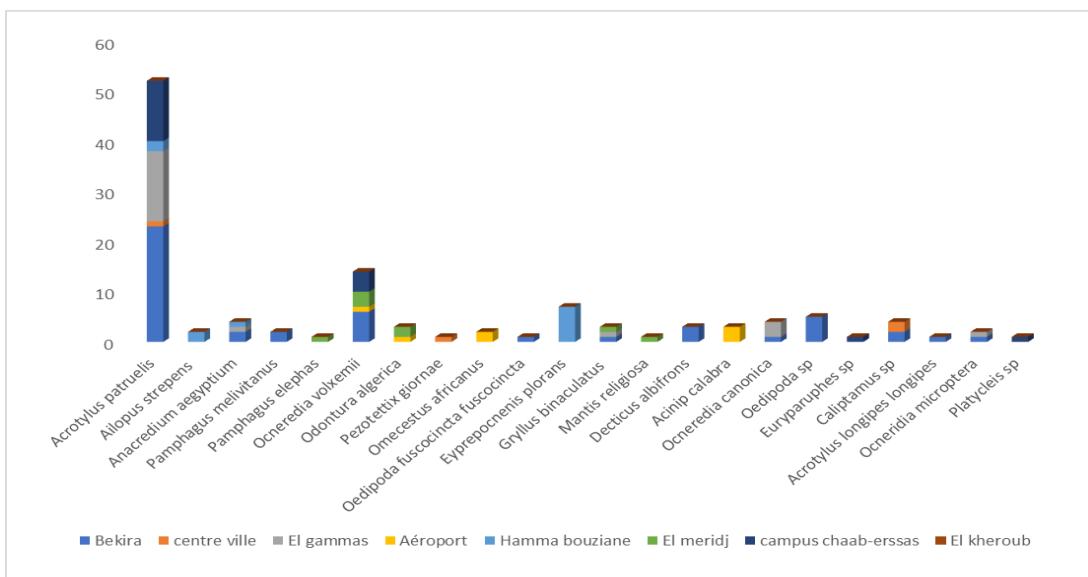


Figure 27 : Répartition des espèces d Orthoptera dans chaque station

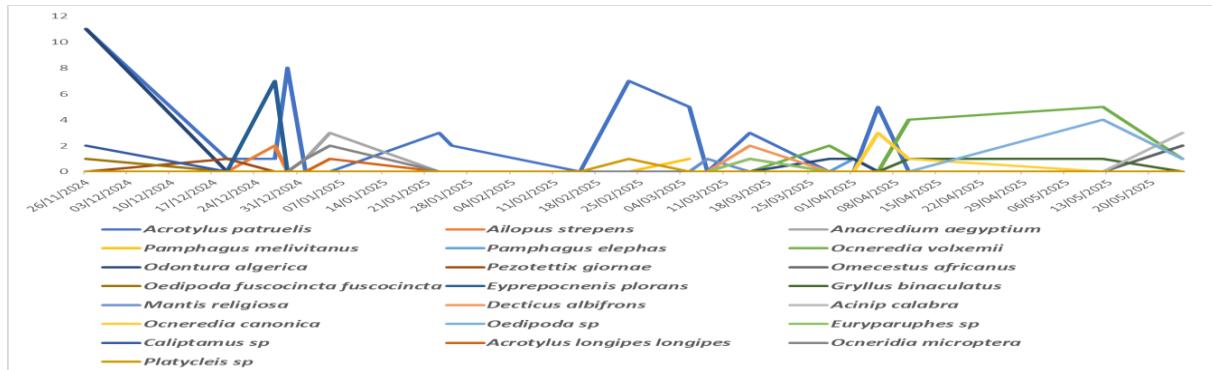
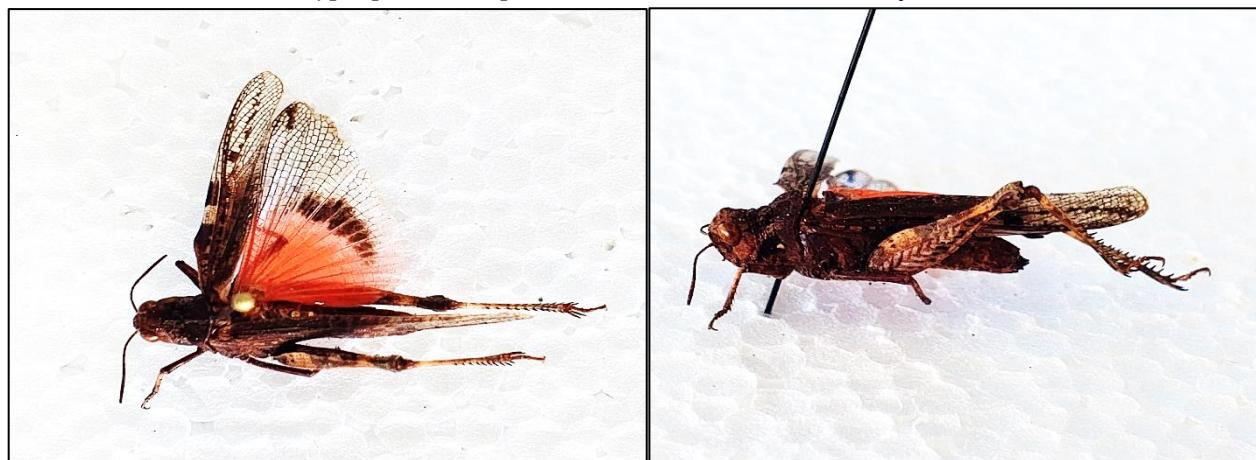


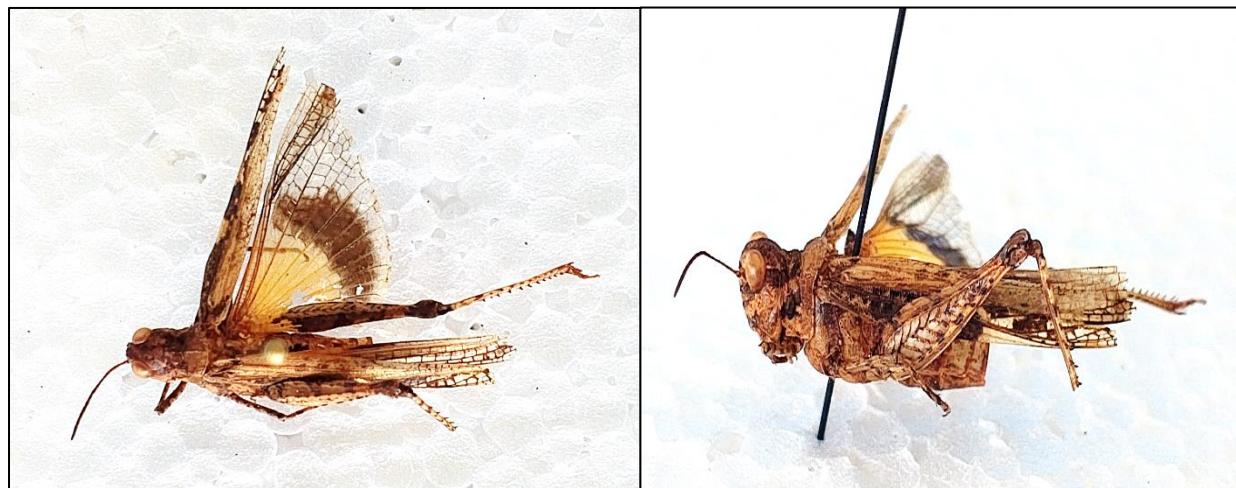
Figure 28 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Orthoptera



Eyprepocnemis plorans (Brunner von wattenwyl, 1893)



Acrotylus patruelis patruelis (Herrich-schaffer, 1838)



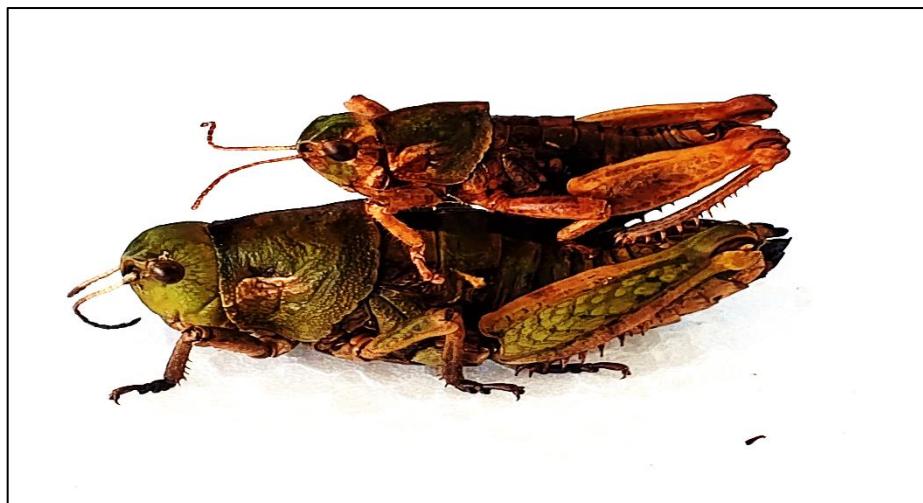
Acrotylus longipes longipes (Charpentier, 1845)



Ocneridia volxemii Femelle (Bolivar, 1878)



Ocneridia volxemii male (Bolivar, 1878)



Ocneridia volxemii en accouplement (Bolivar, 1878)



Ailopus strepens (Latreille, 1804)



Gryllus bimaculatus (De Geer, 1773)

OdonTura algerica (Brunnervonwattenwyl, 1878)



Anacridium aegyptium (Linnaeus, 1764)



Figure 29 : Espèces des orthoptères inventoriées dans la région de Constantine (photo original)

4.3. Ordre Lepidoptera

L'inventaire des Lépidoptères totalise la présence de 20 espèces réparti en 08 familles, 05 espèces sont récoltés dans la station de Bekira, 02 espèces dans la station d'El gammas, 16 espèces dans le Campus Chaab-Erssas, 05 espèces dans à Hamma Bouziane, 03 dans El Kheroube, et une espèce dans la station de l'Aéroport et centre-ville. (Figure 30 ,31)

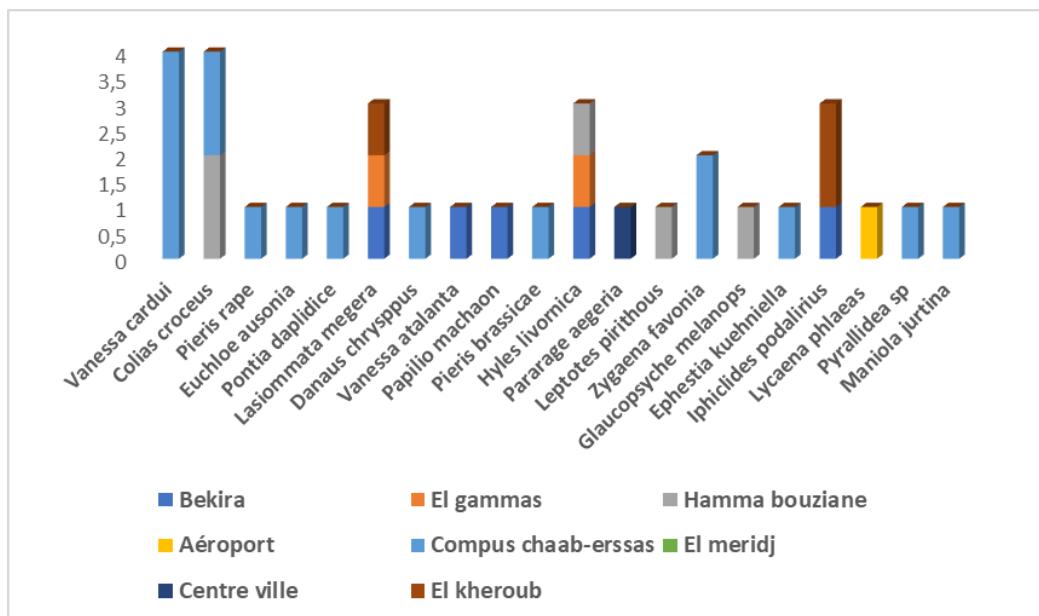


Figure 30: Répartition des espèces de Lepidoptera dans chaque station

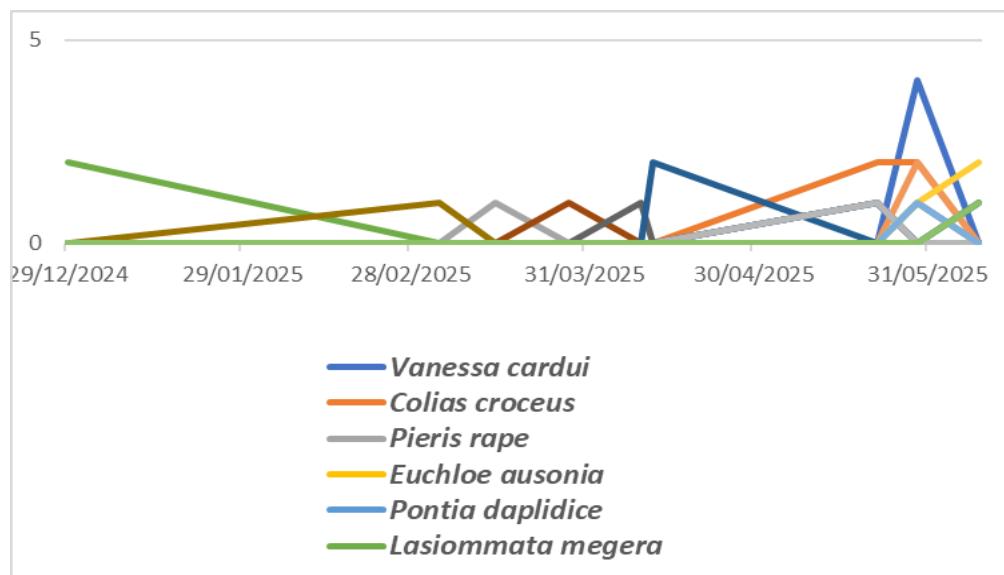
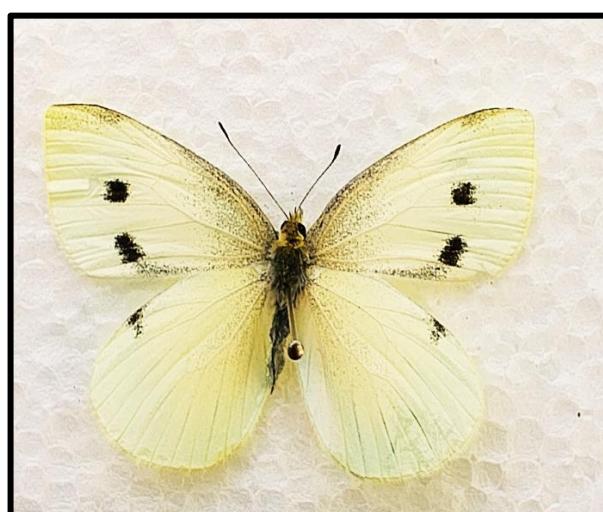


Figure 31 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Lepidoptera



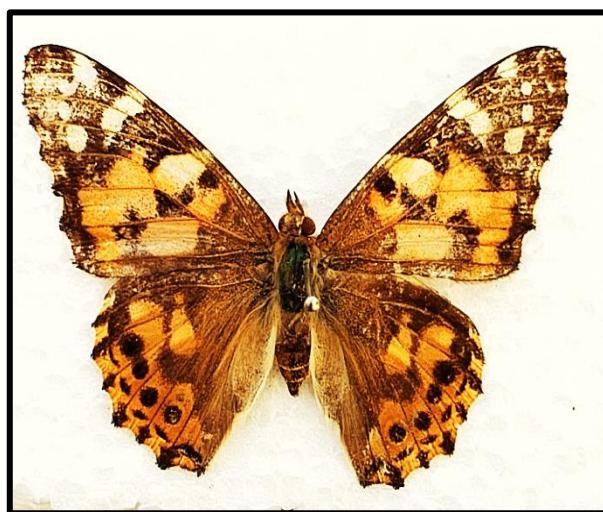
Vanessa atalanta (Linnaeus, 1758)



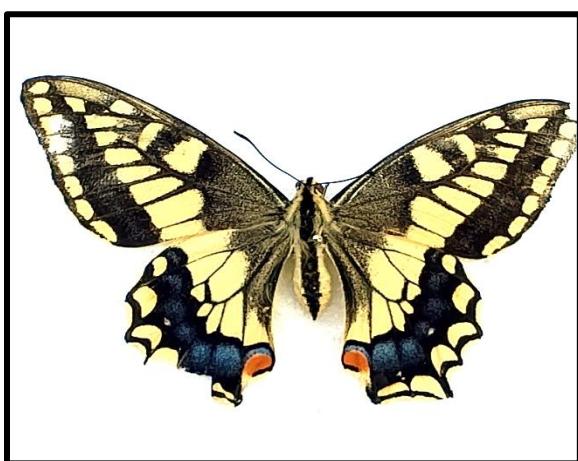
Pieris rapae (Linnaeus, 1758)



Colias croceus femelle
(Geoffroy in Fourcroy, 1785)



Vanessa cardui (Linnaeus, 1758)



Papilio machaon (Linnaeus, 1758)



Pontia daplidice (Linnaeus, 1758)



Euchloe ausonia (Hubner, 1804)



Hyles livornica (Esper, 1780)



Papilio machaon (Linnaeus, 1758)



Pontia daplidice (Linnaeus, 1758)



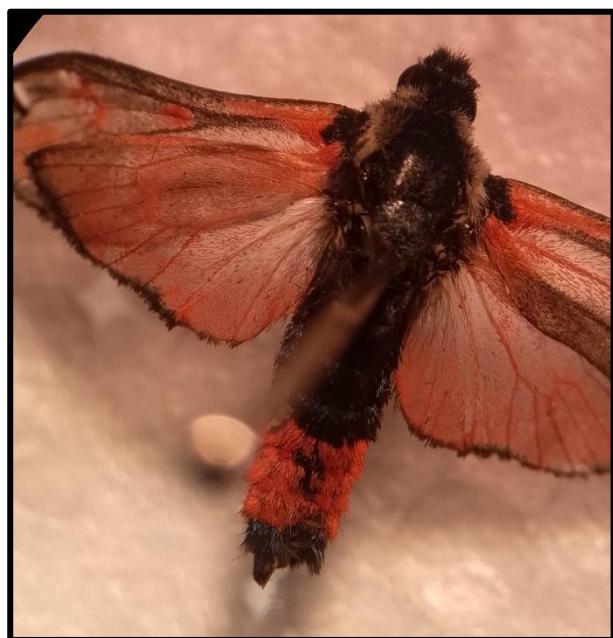
Pieris rapae male (Linnaeus, 1758)



Iphiclus podalirius (Linnaeus, 1758)



Zygaena favonia Femelle (Freyer, 1844)



Zygaena favonia male (Freyer, 1844)

Figure 32 : Espèces des lépidoptères inventoriées dans la région de Constantine (photo original)

4.4. Hyménoptera

L'inventaire des Hyménoptères totalise la présence de 13 espèces réparti en 06 familles, 15 espèces sont récoltés dans la station de Bekira, 19 espèces dans la station d'El gammas, 09 dans la station de l'Aéroport, 23 espèces dans le Campus Chaab-Erssas, 09 espèces à Hamma Bouziane, 08 dans El meridj, 10 espèces dans le Centre-ville, et 05 espèces dans la station d'El Kheroub.(figure 33, 34)

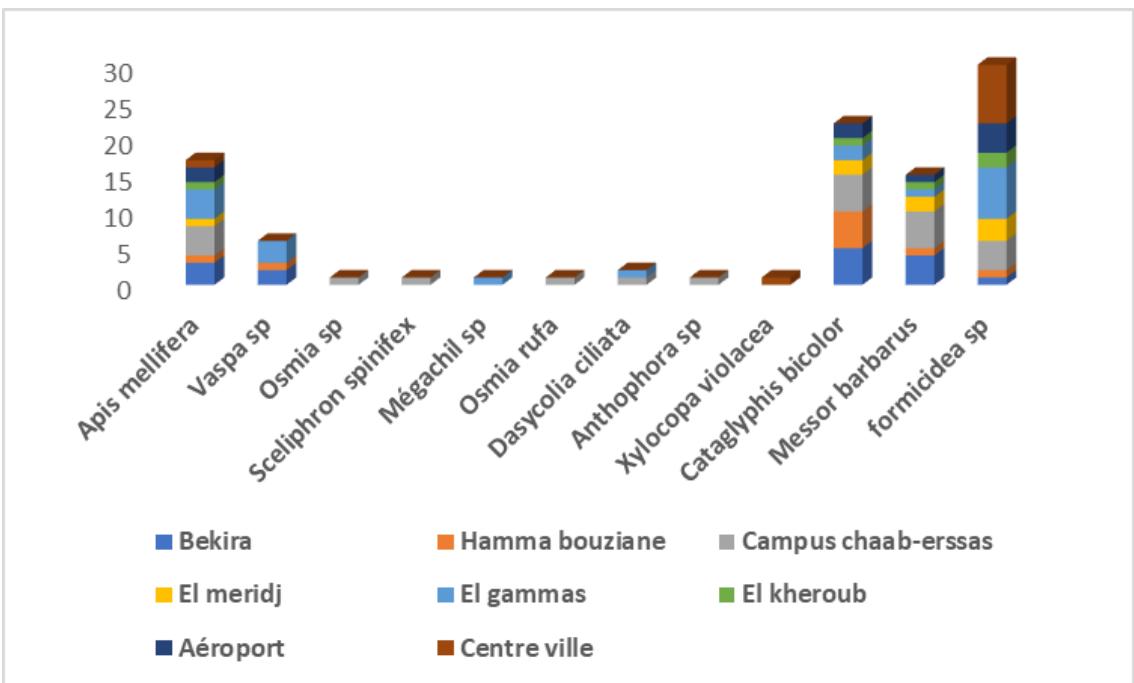


Figure 33 : Répartition des espèces de Hymenoptera dans chaque station

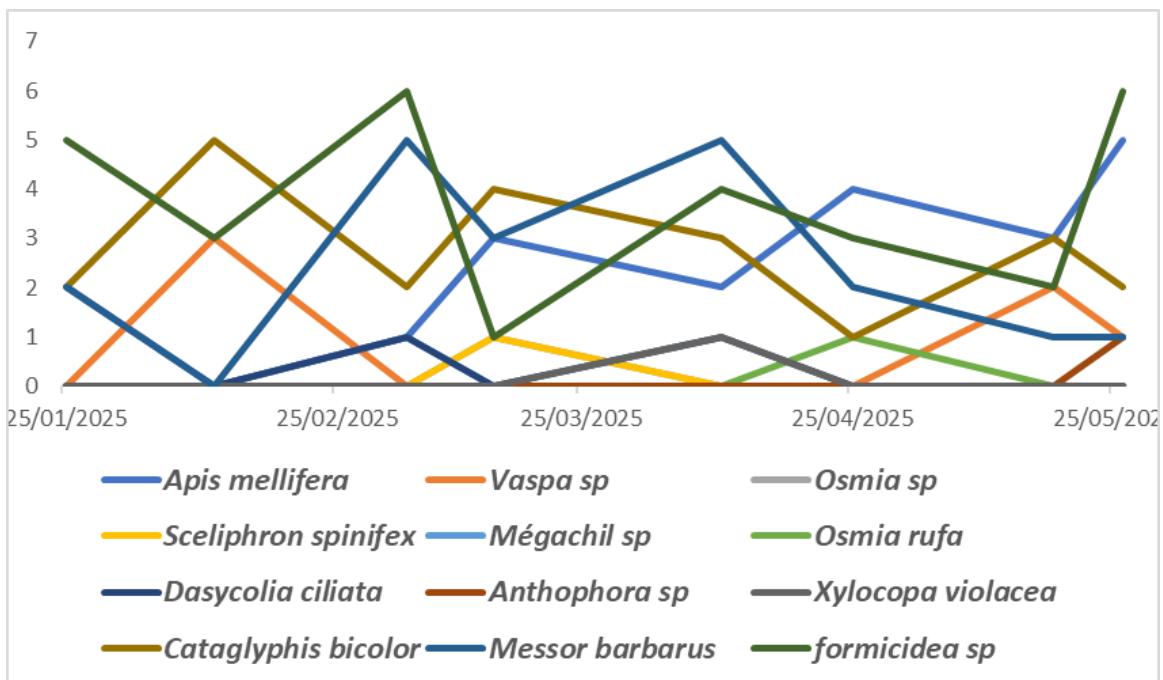
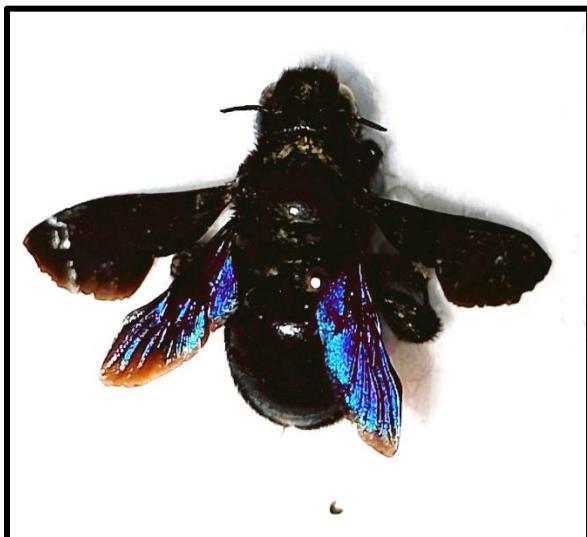


Figure 34 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Hyménoptera



Xylocopa violacea (Linnaeus, 1758)



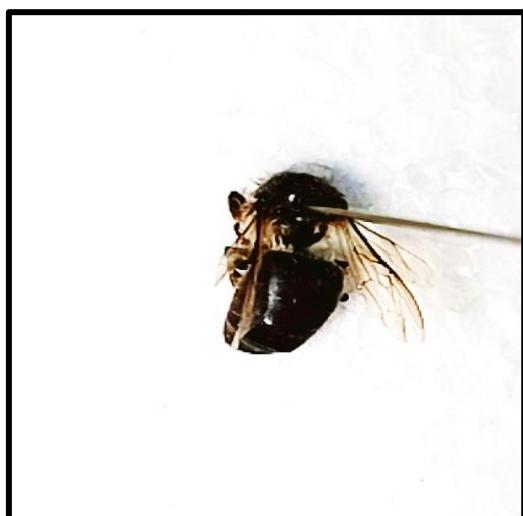
Vaspa sp



Mégachil sp (Latreille, 1802)



Osmia rufa (Linnaeus, 1758)



Apis mellifera (Linnaeus, 1758)



Dasycolia ciliata (Linnaeus, 1758)



Fourmicidae sp

Figure 35 : Espèces des hyménoptères inventoriées dans la région de Constantine
(photo originale)

4.5. Hémiptera

L'inventaire des Hémiptères totalise la présence de 06 espèces réparti en 04 familles, 02 espèces sont récoltées dans la station de Bekira, 04 espèces dans le Campus Chaab-Erssas, 09, et 10 espèces dans la station d'El Kheroub. (figure 36, 37)

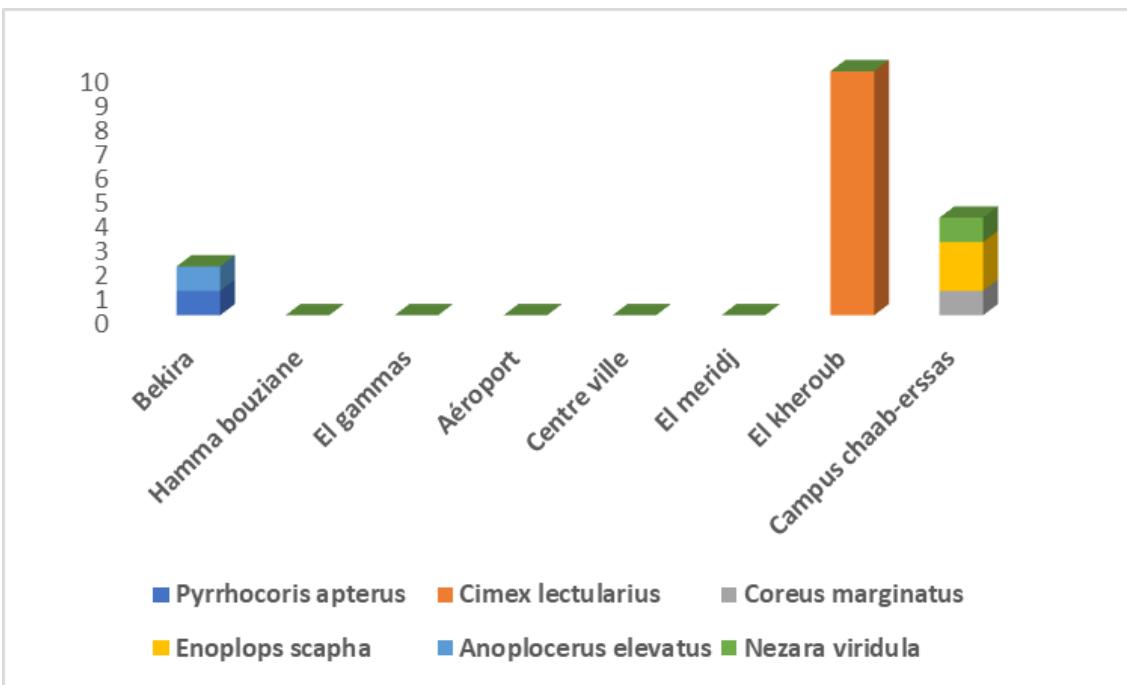


Figure 36 : Répartition des espèces de Hemiptera dans chaque station

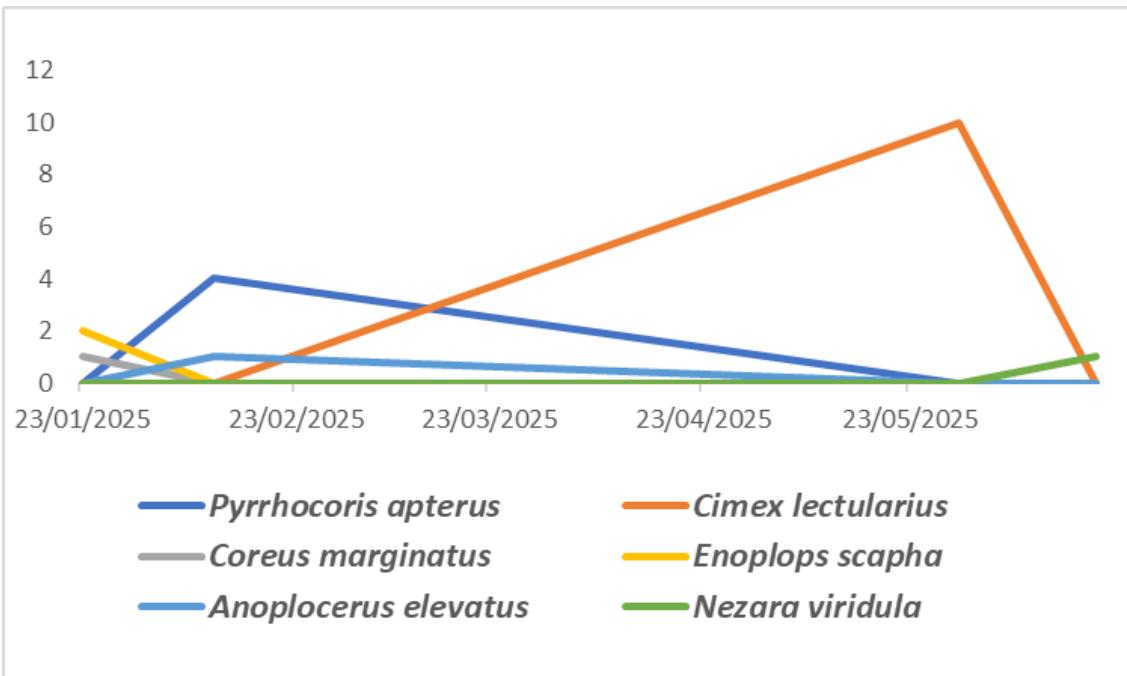


Figure 37 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Hémiptera



Cimex lectularius (Linnaeus, 1758)



Nezara viridula (Linnaeus, 1758)



Anoplocerus elevatus (Fieber, 1861)

Figure 38 : Espèces des hémiptères inventoriées dans la région de Constantine(photo original)

4.6. Diptera

L'inventaire des Diptères totalise la présence de 06 espèces réparti en 04 familles, 18 espèces sont récoltés dans la station de Bekira, 19 espèces dans la station d'El gammas, 09 dans la station de l'Aéroport, 14 espèces dans le Campus Chaab-Erssas, 12 espèces à Hamma Bouziane, 06 dans El meridj, 10 espèces dans le Centre-ville, et 11 espèces dans la station d'El Kheroube. (figure 39, 40)

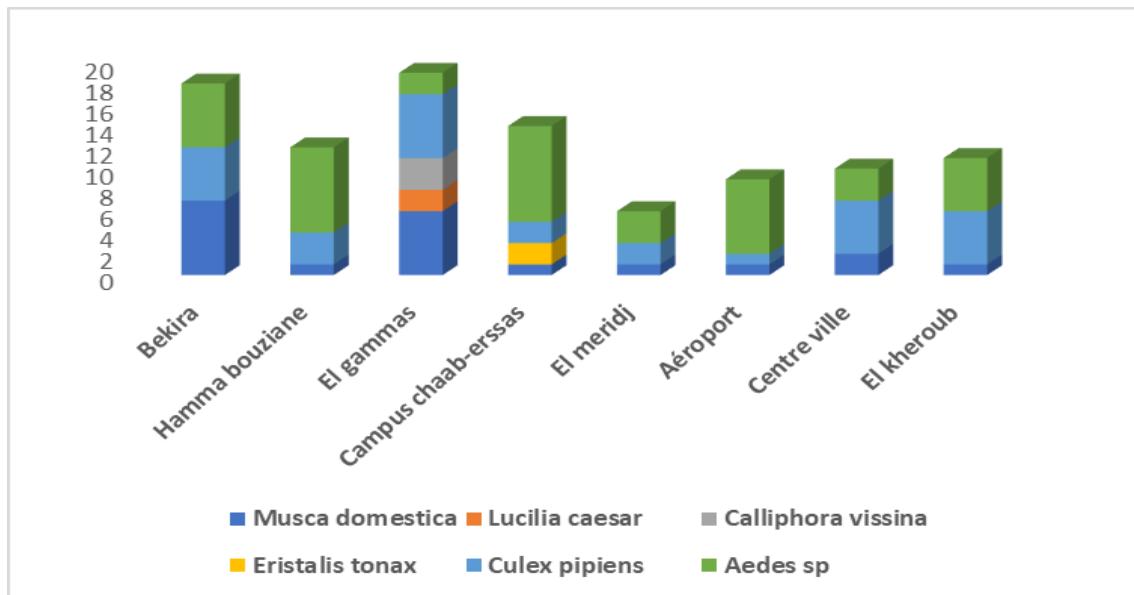


Figure 39: Répartition des espèces de Diptera dans chaque station

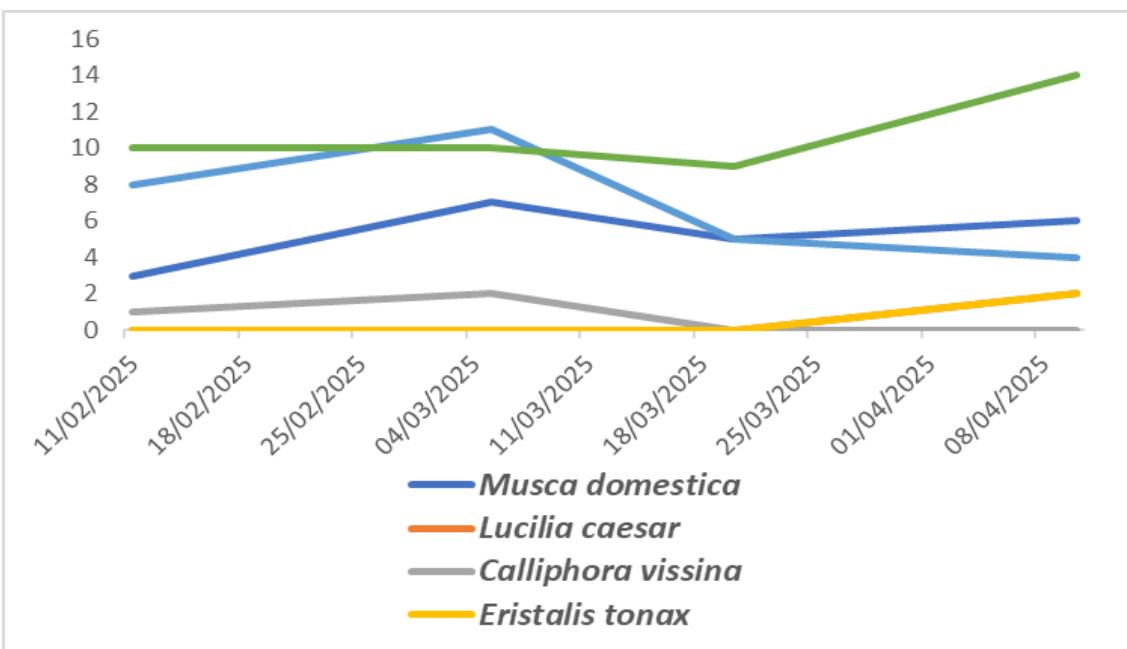


Figure 40 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Diptera



Lucilia caesar (Linnaeus, 1758)



Calliphora vicina (Linnaeus, 1758)



Musca domestica (Linnaeus, 1758)



Eritalis tenax (Linnaeus, 1758)

Figure 41 : Espèces des diptères inventoriées dans la région de Constantine (photo originale)

4.7. Neuroptera

L'inventaire des Neuroptères totalise la présence de 02 espèces réparti en 02 familles, une espèce est récoltée dans la station de Bekira et une espèce dans la station d'El Kheroube. (figure 42, 43)

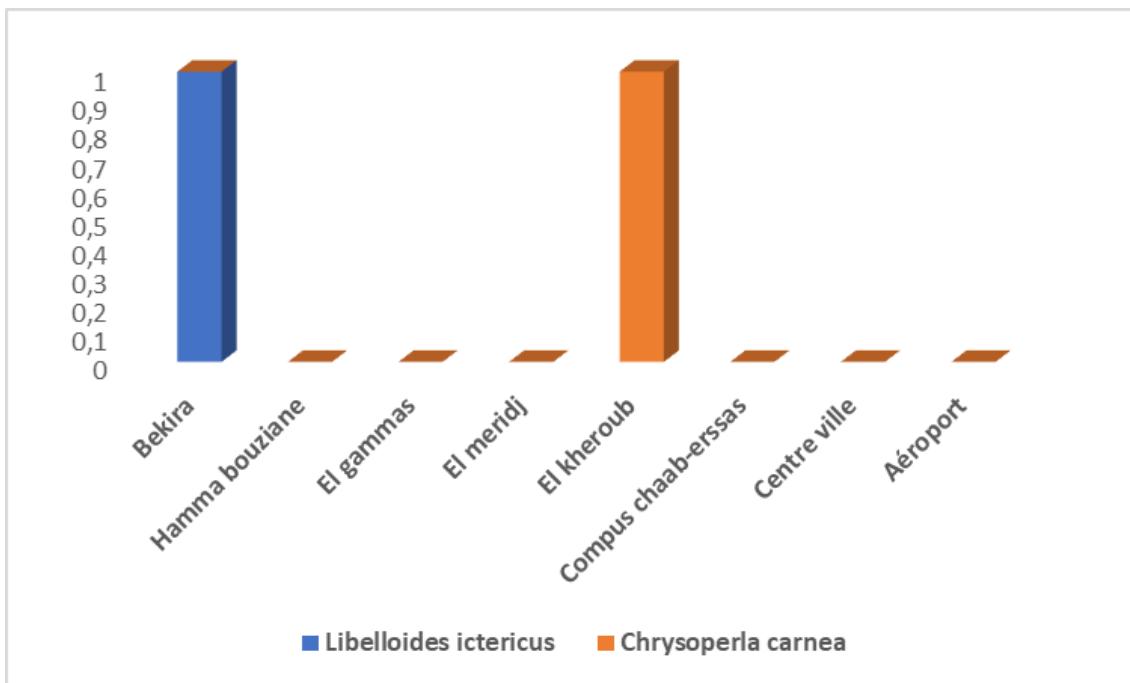


Figure 42 : Répartition des espèces de Neuroptera dans chaque station

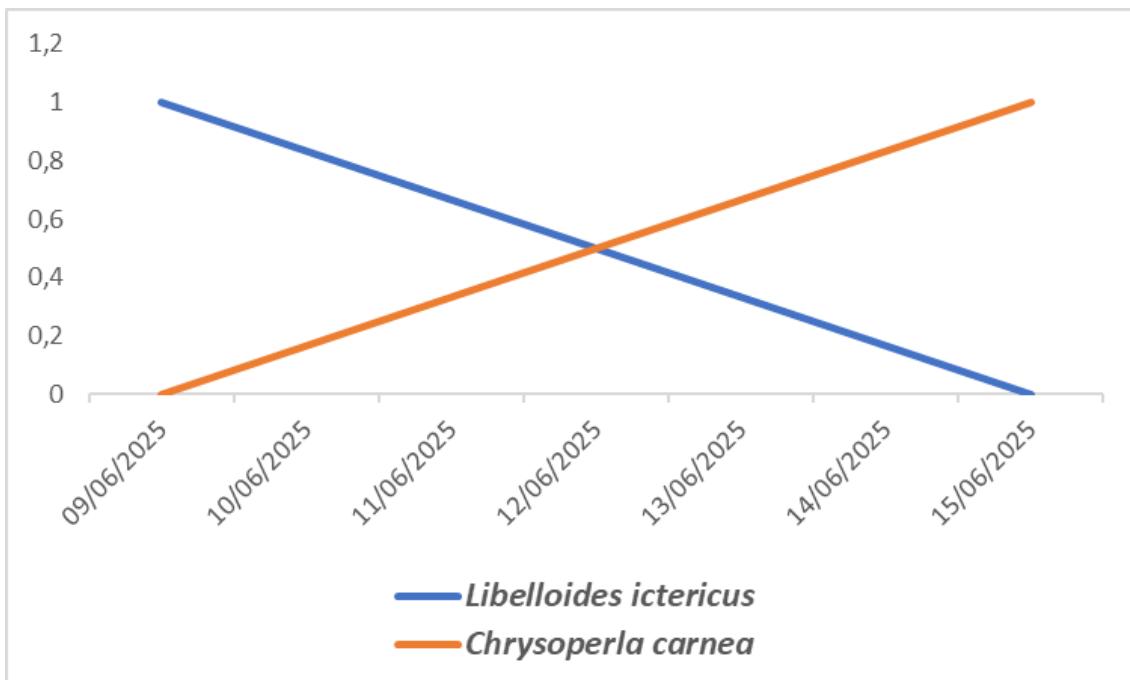


Figure 43 : La phénologie des espèces et les tendances saisonnières de l'ordre Neuroptera



Libelloides ictericus (Charpentier, 1825)



Chrysoperla carnea (Stephens, 1836)

Figure 44 : Espèces des neuroptères inventoriées dans la région de Constantine(photo originale)

4.8. Dermaptera

L'inventaire des Dermaptères totalise la présence d'une espèce et une famille dans la station d'El gammas. (figure 45)



Forficula auricularia (Linnaeus, 1758)

Figure 45 : Espèces des dermaptères inventoriées dans la région de Constantine(photo originale)

5. Classification des espèces d'insectes selon intérêt

Les espèces recensées couvrent un large éventail de rôles agricoles, écologiques, économiques et médicaux. Cette diversité reflète la complexité et la richesse des écosystèmes étudiés, tout en mettant en évidence l'influence des activités humaines sur les communautés entomologiques. Les insectes inventoriés ont été classés selon leur intérêt dans les tableaux (3, 4, 5, 6, 7)

Tableau 3 : Les espèces d'insectes nuisibles agricoles

Espèce	Rôle
<i>Pieris rapae</i>	Ravageur des crucifères
<i>Pieris brassicae</i>	Chenilles défoliatrices
<i>Nezara viridula</i>	Punaise suceuse de sève
<i>Coreus marginatus</i>	Endommage les plantes
<i>Calliptamus sp</i>	Criquet phytophage (potentiel ravageur)
<i>Curculionidae sp / Lixus sp</i>	Charançons phytophages
<i>Chrysomelidae sp</i> <i>Chrysolina bankii</i>	Ravageurs foliaires
<i>Henosepilachna argus</i>	Phytopophage
<i>Tenebrionidae sp</i>	Ravageurs secondaires des stocks
<i>Scarabaeidae sp / Oxythyrea funesta</i>	Ravageurs floraux ou racinaires

Tableau 4 : Les espèces d'insectes auxiliaires / utiles

Espèce	Rôle
<i>Apis mellifera</i>	Pollinisateur domestique
<i>Osmia sp / Osmia rufa</i>	
<i>Xylocopa violacea</i>	Pollinisateurs sauvages
<i>Anthophora sp / Mégachile sp</i>	
<i>Eristalis tenax</i>	Pollinisateur + bioindicateur
<i>Coccinella septempunctata</i>	Prédateur de pucerons
<i>Chrysoperla carnea</i>	Lutte biologique (larves mangeuses de pucerons)
<i>Trichodes alvearius</i>	Prédateur de larves d'insectes
<i>Sceliphron spirifex</i>	Prédateur d'araignées
<i>Formicidae sp / Messor barbarus</i>	Rôle dans le sol, prédation

Tableau 5 : Les espèces d'insectes d'intérêt médical / vétérinaire

Espèce	Risques
<i>Culex pipiens</i>	Vecteur du virus du Nil occidental
<i>Musca domestica</i>	Transmission mécanique de maladies
<i>Calliphora vicina / Lucilia caesar</i>	Myiases, nécrophages
<i>Cimex lectularius</i>	Punaise de lit, hématophage

Tableau 6 : Les espèces d'insectes d'intérêt écologique

Espèce	Rôle écologique
<i>Pamphagus elephas / millevitanus</i>	Endémiques, indicateurs de milieux steppiques
<i>Zygaena favonia</i>	Espèce liée à des habitats bien conservés
<i>Papilio machaon / Iphiclides podalirius</i>	Bioindicateurs
<i>Danaus chrysippus</i>	Espèce migratrice, bioindicatrice
<i>Libelloides ictericus</i>	Indicateur d'habitats secs
<i>Maniola jurtina / Pararge aegeria</i>	Indicateurs de mosaïques forestières et prairies

Tableau 7 : Les espèces d'insectes à intérêt économique ou socio-économique

Espèce	Usage / importance
<i>Apis mellifera</i>	Apiculture : miel, cire, économie locale
<i>Osmia / Mégachile / Xylocopa</i>	Apiculture sauvage, pollinisation des vergers
<i>Coccinella septempunctata / Chrysoperla</i>	Production pour lutte biologique
<i>Messor barbarus / Cataglyphis bicolor</i>	Études scientifiques, comportement social

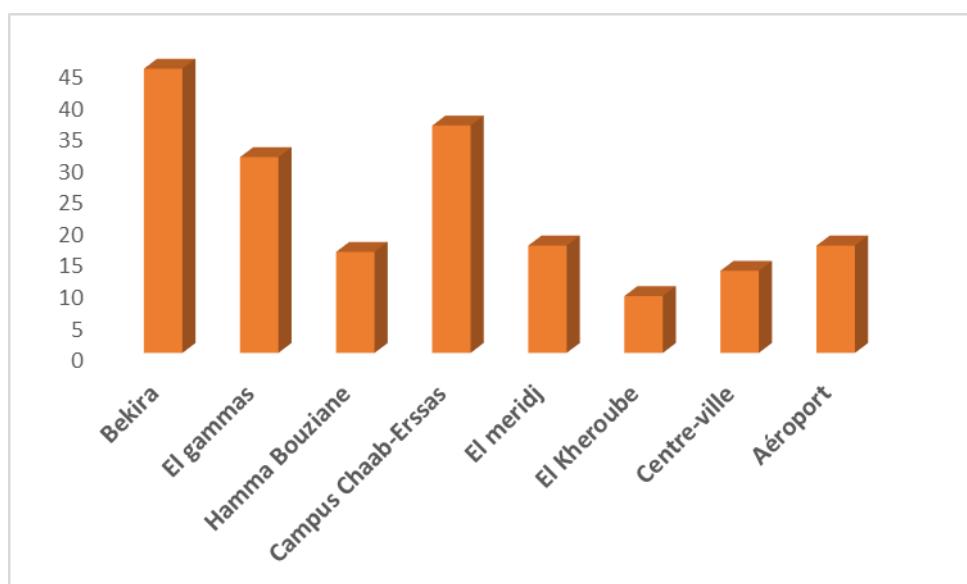
6. Analyses écologiques

6.1. Richesse spécifique

Les résultats de la richesse totale pour les stations sont consignés dans le tableau 8 et la figure 32.

Tableau 8 : Richesse spécifique des stations

Station	Bekira	El gammas	Hamma Bouziane	Campus Chaab-Erssas	El meridj	El Kheroube	Centre-ville	Aéroport
Richesse total	45	31	16	36	17	9	13	17

**Figure 46 :** Richesse spécifique des espèces dans les stations d'étude

6.2. Richesse moyenne

Les résultats de la richesse moyenne sont mentionnés dans le tableau 9 et la figure 33.

Tableau 9 : La richesse moyenne des stations

Station	Bekira	El gammas	Hamma Bouziane	Campus Chaab-Erssas	El meridj	El Kheroube	Centre-ville	Aéroport
Richesse total	0,26	0,18	0,08	0,19	0,06	0,05	0,05	0,08

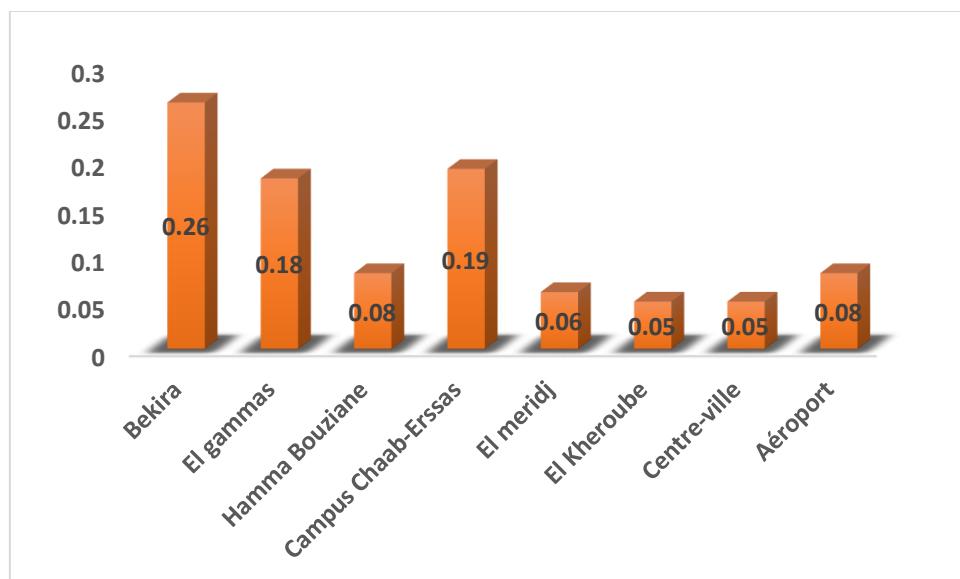


Figure 47 : Richesse moyenne des espèces dans les stations d'étude

6.3. Fréquences des espèces inventoriées

6.3.1. Fréquences des espèces inventoriées d'ordre coleoptera

La répartition des coléoptères selon leurs fréquences, on note que *Coccinella septempunctata* est l'espèce la plus dominante avec 17,33 % des individus, suivie de *Lachnaia italica* (9,33 %) et de *Tenebrionidae* sp4 (9,33 %). La majorité des autres espèces sont faiblement représentées, avec des fréquences inférieures ou égales à 4 (tableau 10)

Tableau 10 : Fréquences des espèces inventoriées d'ordre coleoptera

Espèces	Ni	F%
<i>Coccinella septempunctata</i>	13	17.33
<i>Chrysolina bankii</i>	3	4
<i>Lachmania italica</i>	7	9.33
<i>Carabus marbilatus</i>	3	4
<i>Tropinota squalida</i>	6	8
<i>Oxythreya funesta</i>	4	5.33

<i>Dinodes decipien</i>	11	1.33
<i>Henose pilachna argus</i>	1	1.33
<i>Tenebrionidae sp1</i>	1	1.33
<i>Tenebrionidae sp2</i>	1	1.33
<i>Tenebrionidae sp3</i>	1	1.33
<i>Tenebrionidae sp4</i>	7	9.33
<i>Tenebrionidae sp5</i>	1	1.33
<i>Tenebrionidae sp6</i>	1	1.33
<i>Tenebrionidae sp7</i>	1	1.33
<i>Tenebrionidae sp8</i>	1	1.33
<i>Tenebrionidae sp9</i>	3	4
<i>Tenebrionidae sp10</i>	2	2.66
<i>Licinus punctalulus</i>	1	1.33
<i>Curculionidae sp1</i>	1	1.33
<i>Lixus sp</i>	1	1.33
<i>Curculionidae sp2</i>	1	1.33
<i>Curculionidae sp3</i>	2	2.66
<i>Trichodes alvearius</i>	2	2.66
<i>Cerambycidae sp</i>	1	1.33
<i>Scaeabidea sp1</i>	1	1.33
<i>Scaeabidea sp2</i>	2	2.66
<i>Scaeabidea sp3</i>	1	1.33
<i>Scaeabidea sp4</i>	1	1.33
<i>Chrysomelidae sp1</i>	1	1.33
<i>Chrysomelidae sp2</i>	1	1.33
<i>Chrysomelidae sp3</i>	1	1.33
<i>Chrysomelidae sp4</i>	1	1.33
Total	75	100%

6.3.2. Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Orthoptera

Le tableau (15) présente la répartition des orthoptéroïdes selon leurs fréquences. On observe que l'espèce dominante est *Acrotylus patruelis*, représentant 44,83 % de l'effectif total, ce qui traduit une forte dominance spécifique. D'autres espèces comme *Ocneridia volxemii* (12,07 %) et *Eyprepocnemis plorans* (6,03 %) sont également relativement bien représentées. En revanche, la majorité des espèces affichent des fréquences très faibles (< 3 %), soulignant une richesse spécifique et une répartition inégale (tableau 11)

Tableau 11 : Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Orthoptera

Espèces	Ni	Fi
<i>Acrotylus patruelis</i>	52	44.83
<i>Ailopus strepens</i>	2	1.72
<i>Anacredium aegyptium</i>	4	3.45
<i>Pamphagus melivitanus</i>	2	1.72

<i>Pamphagus elephas</i>	1	0.86
<i>Ocneredia volxemii</i>	14	12.07
<i>Odontura algerica</i>	3	2.58
<i>Pezotettix giornae</i>	1	0.86
<i>Omecestus africanus</i>	2	1.72
<i>Oedipoda fuscocincta fuscocincta</i>	1	0.86
<i>Eyprepocnemis plorans</i>	7	6.03
<i>Gryllus binaculatus</i>	3	2.58
<i>Mantis religiosa</i>	1	0.86
<i>Decticus albifrons</i>	3	2.58
<i>Acinip calabra</i>	3	2.58
<i>Ocneredia canonica</i>	4	3.45
<i>Oedipoda sp</i>	5	4.31
<i>Euryparuphes sp</i>	1	0.86
<i>Caliptamus sp</i>	4	3.45
<i>Acrotylus longipes longipes</i>	1	0.86
<i>Ocneridia microptera</i>	2	1.72
<i>Platycleis sp</i>	1	0.86
Total	116	100%

6.3.3. Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Hymenoptera

La répartition des espèces hyménoptères observées. On constate que la famille des Formicidae domine clairement la communauté, avec *Formicidae sp* (25,21 %) en tête, suivie de *Cataglyphis bicolor* (18,49 %) et *Apis mellifera* (14,29 %). Ces trois groupes représentent ensemble près de **58 %** de l'ensemble des individus recensés, ce qui souligne une forte dominance des fourmis et de l'abeille domestique dans l'écosystème. Les autres espèces sont peu fréquentes, avec des fréquences individuelles inférieures à 5 % (Tableau 12).

Tableau 12 : Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Hymenoptera

Espèces	Ni	Fi
<i>Apis mellifera</i>	17	14.29
<i>Vaspa sp</i>	5	4.20
<i>Osmia sp</i>	1	0.84
<i>Sceliphron spinifex</i>	1	0.84
<i>Mégachil sp</i>	1	0.84
<i>Osmia rufa</i>	1	0.84
<i>Dasycolia ciliata</i>	2	1.68
<i>Anthophora sp</i>	1	0.84
<i>Xylocopa violacea</i>	1	0.84
<i>Cataglyphis bicolor</i>	22	18.49
<i>Messor barbarus</i>	15	12.61

<i>formicidea sp</i>	30	25.21
Total	119	100%

6.3.4. Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Hemiptera

Le tableau (17) illustre la répartition des espèces d'hémiptères. On y observe une forte dominance de *Cimex lectularius*, représentant 62,5 % des individus recensés. Cette prédominance indique une faible diversité spécifique et une forte concentration autour d'une seule espèce, souvent liée à des habitats anthropisés (comme les zones urbaines ou intérieures). Les autres espèces, chacune avec des fréquences de 6,25 % à 12,5 %, sont faiblement représentées. (Tableau 13)

Tableau 13 : Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Hemiptera

Espèces	Ni	Fi
<i>Pyrrhocoris apterus</i>	1	6.25
<i>Cimex lectularius</i>	10	62.5
<i>Coreus marginatus</i>	1	6.25
<i>Enoplops scapha</i>	2	12.5
<i>Anoplocerus elevatus</i>	1	6.25
<i>Nezara viridula</i>	1	6.25
Total	16	100%

6.3.5. Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Lepidoptera

La répartition des lépidoptères observés ; deux espèces se démarquent par leur fréquence élevée : *Vanessa cardui* et *Colias croceus*, chacune représentant 12,12 % de l'effectif total. Elles sont suivies par *Lasiommata megera*, *Hyles livornica* et *Iphiclides podalirius* (chacune à 9,09 %). Les autres espèces sont faiblement représentées (3,03 %), indiquant une diversité relativement élevée mais une abondance peu équilibrée. Cela suggère une communauté diversifiée avec quelques espèces plus fréquentes, au sein d'un ensemble d'espèces moins communes mais écologiquement significatives. (Tableau 14)

Tableau 14 : Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Lepidoptera

Espèces	Ni	Fi
<i>Vanessa cardui</i>	4	12.12
<i>Colias croceus</i>	4	12.12
<i>Pieris rape</i>	1	3.03
<i>Euchloe ausonia</i>	1	3.03

<i>Pontia daplidice</i>	1	3.03
<i>Lasiommata megera</i>	3	9.09
<i>Danaus chrysippus</i>	1	3.03
<i>Vanessa atalanta</i>	1	3.03
<i>Papilio machaon</i>	1	3.03
<i>Pieris brassicae</i>	1	3.03
<i>Hyles livornica</i>	3	9.09
<i>Pararage aegeria</i>	1	3.03
<i>Leptotes pirithous</i>	1	3.03
<i>Zygaena favonia</i>	2	6.06
<i>Glauopsyche melanops</i>	1	3.03
<i>Epeorus kuehniella</i>	1	3.03
<i>Iphiclides podalirius</i>	3	9.09
<i>Lycaena phlaeas</i>	1	3.03
<i>Pyrallidea sp</i>	1	3.03
<i>Maniola jurtina</i>	1	3.03
Total	33	100%

6.3.6. Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Diptera

La répartition des diptères recensés. Deux espèces dominent nettement la communauté : *Aedes sp* avec 43,43 % et *Culex pipiens* avec 29,29 % des individus, représentant ensemble plus de 72 % du total. *Musca domestica* suit avec 20,2 %, confirmant sa forte présence dans les milieux anthropisés. Les autres espèces (*Lucilia caesar*, *Calliphora vicina*, *Eristalis tenax*) sont faiblement représentées (< 5 %), (Tableau 15).

Tableau 15 : Fréquences des espèces inventoriées d'ordre Diptera

Espèces	Ni	Fi
<i>Musca domestica</i>	20	20.2
<i>Lucilia caesar</i>	2	2.02
<i>Calliphora vissina</i>	3	3.03
<i>Eristalis tonax</i>	2	2.02
<i>Culex pipiens</i>	29	29.29
<i>Aedes sp</i>	43	43.43
Total	99	100%

6.4. Indices de diversités

Tableau 16 : Indices de diversités

Station /Indice	Bekira	El gammas	Hamma Bouzine	Campus Chaab-Erssas	El meridj	El Kheroube	Centre-ville	Aéroport
Taxa_S	45	31	16	37	17	9	13	17
Dominance_D	0,022	0,032	0,062	0,027	0,058	0,111	0,076	0,058
Simpson_1-D	0,977	0,967	0,937	0,973	0,941	0,888	0,923	0,941
Shannon_H	3,807	3,434	2,773	3,611	2,833	2,197	2,565	2,833
Margalef	11,56	8,736	5,41	9,97	5,647	3,641	4,678	5,647
Equitability_J	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97

D'après le tableau (18), les résultats mettent en évidence une variation marquée de la diversité entomologique entre les différentes stations. Les stations **Bekira, El gammes et Campus Chaab-Erssas** se distinguent par une richesse spécifique élevée et un bon équilibre écologique, ce qui suggère des habitats relativement sains et peu perturbés. En revanche, les stations **Hamma Bouziane et El kheroube** présentent une diversité plus faible, probablement en raison de pressions anthropiques (pollution, déforestation, etc.) ou de conditions abiotiques défavorables. On peut classer les stations en trois groupes (tableau 19)

Tableau 17 : Classification des stations

Station	Classification
Bekira, El gammes et Campus Chaab-Erssas	Forte diversité
El meridj, Aéroport	Diversité modérée
Hamma Bouziane, El kheroube, Centre-ville	Faible diversité

La station **Bekira** apparaît comme la plus favorable, avec une richesse élevée, une répartition équilibrée des espèces et une faible dominance, indiquant un écosystème stable

DISCUSSION

Discussion

Les résultats de cette étude ont permis d'identifier 102 espèces d'insectes réparties sur huit stations de la région de Constantine : l'Aéroport, le Campus Chaab-Erssas, Bekira, Hamma Bouziane, El Gammas, El Meridj, El Kheroube et le Centre-ville. Le travail de terrain s'est déroulé entre novembre 2024 et juin 2025, couvrant différentes saisons afin de maximiser la représentativité des échantillons.

Afin d'évaluer l'évolution des populations entomologiques dans la région de Constantine, les données obtenues ont été comparées aux résultats des travaux précédentes dans la même région, en s'appuyant notamment sur les pourcentages de représentativité des ordres d'insectes.

Cette comparaison a mis en évidence des variations significatives dans la répartition des principaux ordres, soulignant des dynamiques écologiques changeantes au fil des années, probablement influencées par des facteurs environnementaux, climatiques et anthropiques.

En ce qui concerne l'inventaire que nous avons réalisé, nous avons recensé environ 33 espèces des coléoptères, et 22 espèces des orthoptères, ce qui est supérieur par rapport aux années précédentes. Cette augmentation peut être attribuée à plusieurs facteurs environnementaux, notamment les changements climatiques (climat modéré), pendant les mois de l'expérience par rapport aux années précédentes. Ces conditions environnementales ont probablement eu un impact sur la diversité des espèces observées. Ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte les variations environnementales lors de l'étude de la faune et de souligner l'importance de surveiller les effets du changement climatique sur la biodiversité.

Il convient également de souligner l'importance de mener davantage d'études sur l'inventaire des insectes dans d'autres sites similaires ou dans des environnements différents. En comparant les résultats obtenus à ceux d'autres études, il sera possible de mieux comprendre les schémas généraux de distribution des insectes et d'identifier les facteurs clés qui influencent leur diversité et leur abondance.

L'analyse des données révèle des différences notables dans la répartition des principaux ordres d'insectes entre 2022 et 2025. Comme le soulignent Semouma, Mosbah et Naidja (2022), les Coléoptères sont passés de 28 % en 2022 à 31 % en 2025, tandis que les Orthoptères augmentent de manière marquée, passant de 7 % à 22 %. Cette hausse peut s'expliquer par l'extension des

Discussion

milieux herbacés observée sur plusieurs stations, confortée par des conditions climatiques plus modérées durant la période d'étude.

En revanche, les Hyménoptères et les Lépidoptères connaissent une diminution significative (respectivement de 31 % à 13 % et de 29 % à 20 %), ce qui coïncide avec plusieurs études régionales. Par exemple, Louadi et Doumandji (1998) montrent que l'activité des abeilles sauvages dans une prairie de Constantine dépend fortement des conditions climatiques et du couvert végétal. Une réduction de la couverture florale ou l'usage accru de phytosanitaires, notamment dans les zones agricoles, pourrait expliquer cette baisse.

Les Diptères et Hémiptères ont légèrement progressé, passant de 4 % à 6 %, ce qui s'apparente aux observations de Chafaa, Mimeche et Chenchouni (2019), qui identifient une augmentation de certains diptères nuisibles dans les vergers oléicoles sous climat semi-aride.

Notre inventaire recense environ 33 espèces de Coléoptères et 22 espèces d'Orthoptères, une richesse supérieure à celle de 2022. Cela confirme la présence croissante et la diversification de ces ordres, sans doute stimulées par les conditions environnementales favorables – notamment une pluviométrie régulière et un climat plus tempéré durant les mois de collecte. Ces résultats s'insèrent dans un contexte scientifique plus large : par exemple, Derrouiche et *al.* (2020) ont détaillé la biologie de *Paratettix meridionalis* (Orthoptera) dans la région de Constantine, mettant en évidence l'importance des sources d'eau pour le maintien de certaines espèces. De plus, Benkenanaa et *al.* (2024), dans un travail en entomologie médico-légale, ont étendu nos connaissances sur les Calliphoridae (Diptères) en contexte urbain versus forestier à Constantine.

En conclusion, cette étude a contribué à la connaissance de la biodiversité des insectes dans les milieux urbains et agricoles. Les informations recueillies peuvent être utilisées pour informer les décisions de conservation et de gestion des habitats, et pour promouvoir des pratiques environnementales durables. Il reste encore beaucoup à découvrir sur les insectes et leur rôle dans les écosystèmes, et cette étude ouvre la voie à de futures recherches passionnantes dans ce domaine.

CONCLUSION

Conclusion

L'étude entomologique réalisée dans la région de Constantine durant la période 2024/2025 a permis d'établir un inventaire riche et représentatif de la faune entomologique locale. Un total de 102 espèces d'insectes a été recensé, appartenant à 40 familles réparties sur 9 ordres. Cette diversité témoigne de la richesse écologique des milieux naturels, agricoles et urbains de la région.

Les Coléoptères se sont avérés les plus représentés avec 32 espèces réparties en 8 familles. Leur présence est particulièrement marquée dans la station de Bekira (27 espèces), suivie d'El Gammas (20 espèces), de l'Aéroport (13 espèces), de Chaab-Erssas (9 espèces), puis d'El Meridj (5 espèces) et enfin du Centre-ville (1 espèce).

Les Orthoptères comptent 22 espèces réparties en 7 familles. La majorité des espèces a été observée à Bekira (environ 12 espèces), suivie d'El Gammas (5 espèces), du Campus Chaab-Erssas (3 espèces), de Hamma Bouziane (2 espèces), et de quelques espèces ponctuelles dans les stations de l'Aéroport et du Centre-ville.

Les Lépidoptères sont représentés par 20 espèces dans 8 familles. Leur concentration est la plus forte au Campus Chaab-Erssas avec 16 espèces, suivie de Bekira (5 espèces), Hamma Bouziane (5 espèces), El Gammas (2 espèces), El Kheroube (3 espèces), et une espèce observée à l'Aéroport et au Centre-ville.

Les Hyménoptères, comptant **13 espèces** réparties en 6 familles, sont présents dans toutes les stations : 23 espèces recensées à Chaab-Erssas, 19 à El Gammas, 15 à Bekira, 10 au Centre-ville, 9 à l'Aéroport et à Hamma Bouziane, 8 à El Meridj, et 5 à El Kheroube. Ces chiffres indiquent non seulement une bonne distribution spatiale, mais aussi une diversité fonctionnelle importante.

Les Hémiptères, avec 6 espèces réparties en 4 familles, ont été collectés principalement à El Kheroub (jusqu'à 10 espèces signalées, bien que cela semble dépasser le total régional), à Chaab-Erssas (4 espèces), et à Bekira (2 espèces).

Les Diptères, également au nombre de 6 espèces, ont été observés à Bekira (18 individus/espèces relevés), El Gammas (19), Chaab-Erssas (14), Hamma Bouziane (12),

l’Aéroport (9), Centre-ville (10), El Meridj (6) et El Kheroube (11). Cela montre une répartition très étendue, probablement en lien avec leur capacité à coloniser divers types de milieux.

Les Neuroptères, très faiblement représentés avec seulement deux espèces réparties en deux familles, ont été trouvés uniquement à Bekira et à El Kheroube (1 espèce dans chaque station). Quant aux Dermoptères, une seule espèce a été recensée, dans la station d’El Gammas.

L’ensemble de ces données révèle que les stations de Bekira, El Gammas et Campus Chaab-Erssas présentent la plus grande richesse spécifique. Ces sites se distinguent par leur équilibre écologique et leur biodiversité relativement stable, ce qui suggère un bon état de conservation de l’habitat. À l’inverse, des stations comme Hamma Bouziane et El Kheroube montrent une diversité réduite, probablement due à une pression anthropique plus importante (pollution, urbanisation, fragmentation des milieux).

Par ailleurs, l’analyse fonctionnelle des espèces a permis de souligner leur rôle écologique fondamental, notamment en matière de pollinisation, de régulation des populations nuisibles, de décomposition de la matière organique et d’indication de la qualité environnementale.

Afin de renforcer et valoriser les résultats obtenus, plusieurs perspectives de recherche peuvent être envisagées. Un approfondissement taxonomique s’avère nécessaire, notamment pour les groupes difficiles à identifier, en recourant à des outils modernes comme le barcoding ADN.

Il serait également pertinent de mettre en place un suivi spatio-temporel régulier, permettant d’évaluer l’évolution de la biodiversité entomologique face aux changements climatiques et aux pressions anthropiques. Par ailleurs, l’extension géographique de l’étude à d’autres zones de l’Est algérien permettrait d’obtenir une vision plus complète de la diversité régionale. L’analyse devrait aussi s’orienter vers une étude fonctionnelle des espèces, en identifiant leurs rôles écologiques (pollinisateurs, décomposeurs, auxiliaires de culture, etc.).

L’utilisation de certaines espèces comme bioindicateurs de la qualité environnementale représente également un axe prometteur, notamment dans une optique de surveillance écologique. En parallèle, une approche participative et éducative pourrait être développée en impliquant les populations locales, notamment les agriculteurs et les scolaires, afin de sensibiliser à l’importance de la conservation de l’entomofaune. Enfin, les données recueillies pourraient contribuer à soutenir les stratégies de lutte biologique, en identifiant les espèces bénéfiques pour la régulation naturelle des ravageurs agricoles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anonyme1 : (*Integrated Taxonomic Information System (ITIS)*, www.itis.gov, CC0 <https://doi.org/10.5066/F7KH0KBK>, consulté le 30 décembre 2015.) ou sous-classe Dicondylia (ordre Zygentoma) (Tufts University, « Researchers Discover Oldest Fossil Impression of a Flying Insect », sur *News Wise* (consulté le 11 janvier 2016))

Anonyme2: (Tufts University, « Researchers Discover Oldest Fossil Impression of a Flying Insect », sur *News Wise* (consulté le 11 janvier 2016)). La classification actuelle sépare les Ptérygotes en plus de 25 Ordres différents (Myrmecofourmis.fr, « Les ordres d'insectes présents en France et dans le Monde », sur www.myrmecofourmis.fr (consulté le 11 janvier 2016)).

Anonyme3 :(ISSN 1932-6203, DOI 10.1371/journal.pone.0119248), incluant Brusca, expert pour ITIS (*Integrated Taxonomic Information System (ITIS)*, www.itis.gov, CC0 <https://doi.org/10.5066/F7KH0KBK>, consulté le 30 décembre 2015.)

Anonyme8) Groupe de travail sur la flore méditerranéenne, Université de Constantine Amara, 2020. Impact des plantes invasives en Algérie, Revue des Sciences et de l'Environnement.

Ashburner, M., Golic, K. G., & Hawley, R. S. (2011). *Drosophila: A Laboratory Handbook* (2nd Ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Bale, J.S., van Lenteren, J.C., & Bigler, F. (2008). Biological control and sustainable food production. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1492), 761–776.

Becker, G. (1975). Insectes des bois. Les Coléoptères xylophages. INRA.

Ben Hadj et al. (2021). Plantes médicinales en Algérie, Actes de la Conférence sur la Biodiversité.

Bernhardt, P. (2000). Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms. *Plant Systematics and Evolution*.

Bouchard, P. et al. (2009). Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, 88: 1–972.

Boudour, 2020. Agriculture et végétation en Constantine, Revue d'Agriculture Méditerranéenne.

Borror, D. J., Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (1989). *An Introduction to the Study of Insects*. Harcourt Brace College Publishers.

Canard, M., Séméria, Y., & New, T.R. (1984). *Biology of Chrysopidae*. W. Junk Publishers.

Chapman, A. D. (2009). *Numbers of Living Species in Australia and the World*. Australian Biodiversity Information Services.

- Chapman, A. D. (2013). *The Insects: Structure and Function* (5th ed.). Cambridge University Press.
- Cherfaoui, 2019. Les zones arides de Constantine, *Annales de l'Algérie Naturelle*.
- Chinery, M. (1993). *Insectes de France et d'Europe occidentale*. Paris : Bordas.
- Chinery, M. (2012). *Insectes de France et d'Europe occidentale*. Flammarion.
- Defaut, B. (1996). *Les Orthoptères de France : faunistique, écologie et cartographie*.
- Duffy, C., Sorolla, A., & Chambers, C. (2020). Melittin and Cancer: A Review of the Literature. *Pharmaceuticals*, 13(8), 264.
- EFSA Journal. (2021). Safety of dried yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larva) as a novel food.
- FAO. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. Rome.
- Fennah, R. G. (1959). A Comparison of the Wing Structure in the Hemiptera. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 111(1), 1-15.
- Free, J.B. (1993). *Insect Pollination of Crops*. Academic Press.
- Goulson, D. (2010). *Bee Quest: In Search of the Perfect Bee*. Thames & Hudson.
- Greenberg, B. (1991). Flies as forensic indicators. *Annual Review of Entomology*, 36, 139–159.
- Grimaldi, D., & Engel, M. S. (2005). *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press.
- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2014). *The Insects: An Outline of Entomology* (5th Ed.). Wiley-Blackwell.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., & Altieri, M.A. (2004). *Ecological Engineering for Pest Management*. CSIRO Publishing.
- Hagan, A. H., & Williams, D. (1970). The Feeding Biology of Hemiptera. In *The Physiology of Insecta*, Volume 1, Academic Press.
- Hamouda & Ben Malek, 2022.
- Hassan, S.A. (1993). The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. *Pesticide Science*, 37(4), 387–391.
- Hinton, H.E. (1981). *Biology of Insect Larvae*. Springer-Verlag.
- Hodek, I., & Honěk, A. (1996). *Ecology of Coccinellidae*. Springer.
- Hodek, I., van Emden, H. F., & Honěk, A. (2012). *Ecology and Behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae)*. Wiley-Blackwell.
- Holloway, J.D. (1984). *The Moths of Borneo*. Oxford University Press.
- Hölldobler, B., & Wilson, E. O. (1994). *Journey to the Ants: A Story of Scientific Exploration*. Belknap Press.

INRAE (2022). La drosophile : un nouveau modèle pour étudier les maladies neurodégénératives à prions.

Institut des Sciences de l'Environnement (2021). Les écosystèmes fluviaux de Constantine.

Joern, A., & Gaines, S. B. (1990). Population dynamics and regulation in grasshoppers. In *Biology of Grasshoppers* (Chapman & Joern Ed.). Wiley.

Jolivet, P., & Verma, K. K. (2002). *Biology of Leaf Beetles*. Intercept Limited.

Jongema, Y. (2017). List of edible insect species of the world. Wageningen University.

Kaya, M., et al. (2015). Chitin and chitosan from insects: Physicochemical and functional aspects. *Biotechnology Advances*, 33(8), 1071–1081.

Kearns, C. A., & Inouye, D. W. (1997). *Pollinators: The Role of Insects in Pollination*. Academic Press.

Klein, A.M. et al. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B*, 274(1608), 303–313.

Kristensen, N.P. (1999). *The Insects: Structure and Function*. Oxford University Press.

Kuno, E. (2001). Hemiptera as Vectors of Plant Diseases. *Plant Disease Journal*, 85(6), 713-720.

Lawrence, J. F., & Newton, A. F. (1995). Families and subfamilies of Coleoptera. Muzeum i Instytut Zoologii PAN.

Matile, L. (1993). Diptères : caractéristiques et rôles écologiques. CNRS.

McAlpine, J.F., Peterson, B.V., Shewell, G.E., Teskey, H.J., & Vockeroth, J.R. (1981). *Manual of Nearctic Diptera*. Agriculture Canada.

Michener, C. D. (2007). *The Bees of the World*. Johns Hopkins University Press.

Nielsen, E. S. (2001). *The Lepidoptera: Evolution, Systematics and Biogeography*. Springer.

Obrycki, J. J., & Kring, T. J. (1998). Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology*, 43, 295–321.

Oonincx, D.G.A.B., & de Boer, I.J.M. (2012). Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans – a life cycle assessment. *PLOS ONE*, 7(12): e51145.

Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants do animals pollinate? *Oikos*, 120(3), 321–326.

Payne, C.L.R., Scarborough, P., Rayner, M., & Nonaka, K. (2016). A systematic review of nutrient composition data for edible insects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(13), 2174–2191.

- Pellissier, L., et al. (2012). Ecological Impact of Lepidoptera on Forest Ecosystems. *Journal of Insect Ecology*.
- Potts, S.G. et al. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345–353.
- Rader, R. et al. (2016). Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *PNAS*, 113(1), 146–151.
- Richards, O.W., & Davies, R.G. (1977). *The Insects of Australia*. Melbourne University Press.
- Rojo, S., Gilbert, F., Marcos-García, M.A., Nieto, J.M., & Mier, M.P. (2003). *A World Review of Predatory Hoverflies (Diptera, Syrphidae: Syrphinae)*. CIBIO Ed.
- Ruggiero, M. A. et al. (2015). A Higher Level Classification of All Living Organisms. *PLoS ONE*, 10(4): e0119248.
- Saha, 2022. *Végétation et climat en Algérie, Revue d'Écologie Méditerranéenne*.
- Scoble, M. J. (1992). *The Lepidoptera: Form, Function, and Diversity*. Oxford University Press.
- Scholtz, C. H., Chown, S. L., & Johnson, S. D. (1999). *Dung beetles: functional ecology and evolution*. CAB International.
- Sherman, R. A. (2003). Maggot therapy for treating diabetic foot ulcers. *Diabetes Care*, 26(2), 446–451.
- Sherman, R. A. (2009). Maggot therapy takes us back to the future of wound care. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 3(2), 336–344.
- Snodgrass, R. E. (1935). *Principles of Insect Morphology*. McGraw-Hill.
- Snodgrass, R. E. (1956). *Anatomy of the Honeybee*. Cornell University Press.
- Sword, G. A., Simpson, S. J., El Hadi, O. T., & Wilps, H. (2000). Density-dependent aposematism in the desert locust. *Proceedings of the Royal Society B*.
- Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects* (7th ed.). Brooks Cole.
- Uvarov, B. (1966). *Grasshoppers and Locusts: A Handbook of General Acridology*. Volume I. Cambridge University Press.
- Vaillant, F. (1971). *Les insectes Diptères*. PUF.
- Van Huis, A. et al. (2013). *Edible Insects: Future prospects for food and feed security*. FAO Forestry Paper 171. FAO.
- Van Lenteren, J.C. (2000). Success in biological control of arthropods. In *Biological Control: Measures of Success*.

- Van Lenteren, J.C. (2012). The state of commercial augmentative biological control. *BioControl*, 57(1), 1–20.
- Velthuis, H.H.W., & van Doorn, A. (2006). Bumblebee domestication and commercialization. *Apidologie*, 37(4), 421–451.
- Weber, D. C. (2003). Colorado potato beetle: diverse life history poses challenge to management. *APSnet*.
- White, R. E. (1983). *A Field Guide to the Beetles of North America*. Houghton Mifflin.
- Wilson, E. O. (1971). *The Insect Societies*. Belknap Press.
- Yi, H. Y., Chowdhury, M., Huang, Y. D., & Yu, X. Q. (2014). Insect antimicrobial peptides and their applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98(13), 5807–5822.

RESUME

Résumé

Un inventaire de l'entomofaune a été réalisé dans la région de Constantine entre novembre 2024 et juin 2025. L'étude a été conduite dans huit stations présentant des contextes écologiques variés (zones agricoles, forestières et urbaines). Au total, 102 espèces d'insectes, réparties en 40 familles et 9 ordres, ont été identifiées. Les Coléoptères constituent l'ordre le plus diversifié (32 espèces), suivis des Orthoptères (22 espèces), des Lépidoptères (20), des Hyménoptères (13), ainsi que des Hémiptères et Diptères (6 espèces chacun), et enfin des Neuroptères (2) et Dermoptères (1).

Les stations de Bekira, El Gammas et Campus Chaab-Erssas présentent une richesse spécifique élevée et une diversité bien équilibrée, reflétant des milieux relativement stables et peu perturbés. À l'inverse, des stations comme Hamma Bouziane et El Kheroub affichent une diversité plus faible, probablement en raison de pressions anthropiques (urbanisation, pollution).

L'analyse écologique a permis de classer les espèces selon leur intérêt écologique, agricole, économique ou médical. Par exemple, *Apis mellifera* (pollinisateur essentiel) et *Coccinella septempunctata* (prédateur de pucerons) présentent un intérêt agricole et écologique. Des espèces comme *Aedes sp* et *Culex pipiens* ont un intérêt médical du fait de leur rôle potentiel dans la transmission de maladies. Des indices de diversité ont été calculés afin de mieux comprendre la structure des communautés entomologiques.

Ce travail constitue une base de référence importante pour la conservation de la biodiversité locale et ouvre plusieurs perspectives en matière de suivi écologique, de valorisation agricole et d'éducation environnementale.

Mots-clés : Entomofaune, Constantine, Coleoptera, Orthoptera, Lepidoptera, Valorisation agricole

ملخص:

تم إجراء جرد لحشرة الحشرات (الأنثوموفونا) في منطقة قسنطينة خلال الفترة الممتدة من نوفمبر 2024 إلى يونيو 2025. وقد أجريت الدراسة في ثمانى محطات ذات سياقات بيئية مختلفة (مناطق زراعية، غابية وحضرية). تم تحديد 102 نوعاً من الحشرات، تتنمي إلى 40 عائلة و 9 رتب. تُعد رتبة الخنافس (Coleoptera) الأكثر تنوعاً بـ (32 نوعاً)، تليها الجراد (Orthoptera) بـ (22 نوعاً)، ثم الفراشات (Lepidoptera) بـ (20 نوعاً)، والزنابير والنحل (Hymenoptera) بـ (13 نوعاً)، بالإضافة إلى (Diptera) و (Hemiptera) بـ (6 أنواع لكل منهما)، وأخيراً رتبة شبكيات الأجنحة (Neuroptera) بنوعين ورتبة (Dermaptera) بنوع واحد.

أظهرت محطات بكيرة، القنادص ومنطقة الشعب-الرصاص تنوعاً نوعياً مرتفعاً وتوافراً جيداً في التوزيع، ما يعكس بيئة مستقرة نسبياً وقليلة الاضطراب. في المقابل، أظهرت محطات مثل حمّة بوزيان والخروب تنوعاً أقل، مما يعزى على الأرجح إلى التوسيع العمراني والتلوث

سمحت التحاليل البيئية بتصنيف الأنواع وفقاً لأهميتها البيئية والزراعية والاقتصادية والطبية. على سبيل المثال، يُعد *Apis mellifera* (نحل العسل، ملقح أساسي) و *Coccinella septempunctata* (خنفساء مفترسة للمن) من الأنواع ذات أهمية زراعية وبيئية، في حين تُشكّل أنواع مثل *Culex pipiens* و *Aedes sp.* أهمية طبية نظراً لدورها المحتمل في نقل الأمراض. كما تم حساب مؤشرات التنوع البيولوجي لهم أفضل لبنيّة المجتمعات الحشرية.

يشكّل هذا العمل مرجعًا مهمًا للمحافظة على التنوع البيولوجي المحلي، ويفتح آفاقاً متعددة في الرصد البيئي، التثمين الزراعي والتوعية البيئية.

الكلمات المفتاحية: فونا الحشرات قسنطينة، الخنافس، الجراد، الفراشات، التثمين الزراعي.

Abstract

An inventory of entomofauna was carried out in the Constantine region between November 2024 and June 2025. The study was conducted across eight stations with varying ecological contexts (agricultural, forest, and urban zones). A total of 102 insect species, belonging to 40 families and 9 orders, were identified. Coleoptera was the most diverse order (32 species), followed by Orthoptera (22 species), Lepidoptera (20), Hymenoptera (13), and Hemiptera and Diptera (6 species each). Neuroptera (2) and Dermaptera (1) were also recorded.

Stations such as Bekira, El Gammas, and Campus Chaab-Erissas showed high species richness and well-balanced diversity, indicating relatively stable and less disturbed environments. Conversely, stations like Hamma Bouziane and El Kheroub exhibited lower diversity, likely due to anthropogenic pressures (e.g., urbanization, pollution).

Ecological analysis enabled the classification of species based on their **ecological**, agricultural, economic, or medical importance. For instance, *Apis mellifera* (a key pollinator) and *Coccinella septempunctata* (a predator of aphids) are of agricultural and **ecological interest**. Species such as *Aedes sp.* and *Culex pipiens* are of medical concern due to their potential role in disease transmission. Diversity indices were calculated to better understand the structure of entomological communities.

This work provides an important reference framework for local biodiversity conservation and opens up multiple perspectives in ecological monitoring, agricultural valorization, and environmental education.

Keywords : Entomofauna, Constantine, Coleoptera, Orthoptera, Lepidoptera, Agricultural valorization.

Année universitaire : 2024-2025	Présenté par : SEGUENI Hadil BENFREDJ Cheima
Titre .	
Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie et Contrôle des Populations d'insectes BCPI	
Résumé	
<p>Un inventaire de l'entomofaune a été réalisé dans la région de Constantine entre novembre 2024 et juin 2025. L'étude a été conduite dans huit stations présentant des contextes écologiques variés (zones agricoles, forestières et urbaines). Au total, 140 espèces d'insectes, réparties en 40 familles et 9 ordres, ont été identifiées. Les Coléoptères constituent l'ordre le plus diversifié (32 espèces), suivis des Orthoptères (22 espèces), des Lépidoptères (20), des Hyménoptères (13), ainsi que des Hémiptères et Diptères (6 espèces chacun), et enfin des Neuroptères (2) et Dermoptères (1).</p>	
<p>Les stations de Bekira, El Gammas et Campus Chaab-Erassas présentent une richesse spécifique élevée et une diversité bien équilibrée, reflétant des milieux relativement stables et peu perturbés. À l'inverse, des stations comme Hamma Bouziane et El Kheroub affichent une diversité plus faible, probablement en raison de pressions anthropiques (urbanisation, pollution).</p>	
<p>L'analyse écologique a permis de classer les espèces selon leur intérêt écologique, agricole, économique ou médical. Par exemple, <i>Apis mellifera</i> (pollinisateur essentiel) et <i>Coccinella septempunctata</i> (prédateur de pucerons) présentent un intérêt agricole et écologique. Des espèces comme <i>Aedes sp</i> et <i>Culex pipiens</i> ont un intérêt médical du fait de leur rôle potentiel dans la transmission de maladies. Des indices de diversité ont été calculés afin de mieux comprendre la structure des communautés entomologiques.</p>	
<p>Ce travail constitue une base de référence importante pour la conservation de la biodiversité locale et ouvre plusieurs perspectives en matière de suivi écologique, de valorisation agricole et d'éducation environnementale.</p>	
Mots-clefs : Entomofaune, Constantine, Coleoptera, Orthoptera, Lipedoptera ,Valorisation agricole	
Laboratoires de recherche : laboratoire de Biosystématique et écologie des Arthropodes (U Constantine 1 Frères Mentouri).	
Président du jury :	Dr BETTINA Sara Imen MC(A) - U Constantine 1 Frères Mentouri
Encadrant :	Pr BENKANANA Naima PROF - UFM Constantine 1.
Examinateur(s) :	Dr BAKIRI Esma MC(B)UFM Constantine 1,