

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Béjaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences biologiques de l'environnement
Spécialité : Ecologie



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle en vue de l'obtention du diplôme **MASTER**

Thème

**La diversité des coléoptères des zones urbaines et
suburbaines de la ville de Bejaïa**

Présenté par :

Tenboukti Tayeb et Houari Nassim

Soutenu le : 01/07/2024

Devant le jury composé de :

Melle. RAHMANI A.	MCB	Présidente
Mr. AISSAT L.	MCA	Encadreur
Mme. KEBBI M.	MCB	Examinatrice

Année universitaire : 2023 / 2024

Remerciements

On tient tout d'abord à remercier Dieu pour nous avoir guidés et soutenus tout au long de la réalisation de ce mémoire.

*On remercie ensuite notre encadrant, **Mr AISSAT. L.**, pour son encadrement, ses conseils avisés et son soutien tout au long de la réalisation de ce travail. Ses connaissances et son expérience ont été d'une aide précieuse.*

*On tient également à exprimer notre gratitude à **Mme KEBBI. M.**, qui a accepté d'examiner ce travail.*

*Nos remerciements vont également à **Mlle RAHMANI. A.**, qui a bien voulu présider le jury de soutenance.*

On remercie également l'ensemble de l'équipe pédagogique du département SBE pour la qualité de leur enseignement et leur disponibilité tout au long de notre cursus.

On souhaite rendre un hommage tout particulier à nos camarades de promotion. Leur passion, leur détermination et leur solidarité ont été une inspiration constante tout au long de ces années d'études. Ensemble, nous avons surmonté les défis, partagé nos connaissances et nos expériences, et forgé des liens d'amitié indéfectibles. C'est grâce à leur soutien et à leurs encouragements qu'on a pu mener à bien ce mémoire.

Enfin, on remercie nos familles et nos amis pour leur soutien indéfectible et leurs encouragements tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

A mes parents :

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A mes frères et sœurs :

Djillali, Beramtane, El Ghani, Hanafi, Ahmed, Walid, Rbiha, Dalila, Ouahiba, Amel, Nadira

C'est à vous que je dédie ce mémoire, avec toute ma gratitude et mon amour. Vous avez été mon roc, mon soutien infaillible tout au long de ce parcours. Votre présence, votre réconfort et vos encouragements ont été une force inestimable qui m'a permis de surmonter les défis et d'aller de l'avant.

*À la mémoire de ma mère **Houria** qui a souhaité beaucoup me voir réaliser mes rêves et être avec moi en ce moment.*

A mon cher ami :

***Abderrahmane (Abdou)** tu as été bien plus qu'un simple camarade d'études à mes yeux. Tu es devenu un pilier, un confident, un frère de cœur. Merci pour tous les moments inoubliables au cours de ces années d'études. Des moments de rires et de complicité, de défis relevés côte à côte, de joies partagées.*

*Je dédie ce travail aussi à mes amis : **Kiki, Karim, Aba, Samy, El Hacene, Karim, Yanis et Rayane (Le petit ange).***

*À mon cher binôme et frère **Nassim,***

Ensemble, nous avons relevé ce défi avec ardeur et détermination. Ce mémoire, c'est le nôtre. Depuis le premier jour, nous avons formé une équipe soudée. Je te suis infiniment reconnaissant pour ton engagement, ta rigueur et ton amitié et fraternité avec moi. Ce mémoire porte ta marque indélébile, et je suis fier d'avoir pu le réaliser à tes côtés.

TAYEB

Dédicaces

A mes parents :

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

*A mes frères et sœurs : **Ahmed et Amel***

C'est à vous que je dédie ce mémoire, avec toute ma gratitude et mon amour. Vous avez été mon roc, mon soutien infaillible tout au long de ce parcours. Votre présence, votre réconfort et vos encouragements ont été une force inestimable qui m'a permis de surmonter les défis et d'aller de l'avant.

*À la mémoire de mon père **Cherif** qui a souhaité beaucoup me voir réaliser mes rêves et être avec moi en ce moment.*

A mon cher ami :

***Abderrahmane (Bimo)** tu as été bien plus qu'un simple camarade d'études à mes yeux. Tu es devenu un pilier, un confident, un frère de cœur. Merci pour tous les moments inoubliables au cours de ces années d'études. Des moments de rires et de complicité, de défis relevés côte à côte, de joies partagées.*

*Je dédie ce travail aussi à mes amis : **Boumediene, Tarek, Merouane, Fares, Mouhou, Lounis.***

*À mon cher binôme et frère **Tayeb,***

Ensemble, nous avons relevé ce défi avec ardeur et détermination. Ce mémoire, c'est le nôtre. Depuis le premier jour, nous avons formé une équipe soudée. Je te suis infiniment reconnaissant pour ton engagement, ta rigueur et ton amitié et fraternité avec moi. Ce mémoire porte ta marque indélébile, et je suis fier d'avoir pu le réaliser à tes côtés.

Nassim

Liste des figures

N°	Titres	Pages
Figure 1	Cycle de vie d'un Coléoptère	9
Figure 2	Morphologie d'un coléoptère. <i>Geotrupes spiniger</i> Marsham, 1802 (Charrier, 2001).	11
Figure 3	Carte géographique de la wilaya de Bejaïa	19
Figure 4	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la Wilaya de Bejaia (2008-2017).	22
Figure 5	Situation bioclimatique de la région de Bejaia	23
Figure 6	Localisation des stations d'échantillonnage. (Source : Google earth)	24
Figure 7	Pots Barber	29
Figure 8	Filet fauchoir	30
Figure 9	Parapluie japonais	31
Figure 10	Boîtes Pétri	32
Figure 11	L'étuve	33
Figure 12	La pince	33
Figure 13	Loupe binoculaire	34
Figure 14	L'épingle	34
Figure 15	Courbes de raréfaction calculées à partir de l'abondance dans les sites urbains et suburbains	57

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1	Températures moyennes mensuelles de Bejaia pour la période (2008-2017).	20
Tableau 2	Précipitations mensuelles de la région de Bejaia (2008-2017).	21
Tableau 3	Calcul de Q2 de la région de Bejaia.	23
Tableau 4	Liste globale des espèces de coléoptères recensées dans les six stations d'étude.	38
Tableau 5	Liste des espèces capturées dans les trois stations urbaines.	41
Tableau 6	Liste des espèces capturées dans les trois stations suburbaines.	42
Tableau 7	Répartition des espèces capturées dans le milieu urbain et suburbain.	43
Tableau 8	Liste des familles capturées dans les six stations.	44
Tableau 9	Liste des familles capturées dans les stations urbaines.	46
Tableau 10	Liste des familles capturées dans les stations suburbaines.	47
Tableau 11	Valeurs des indices écologiques de structure des coléoptères capturés dans les stations urbaines et suburbaines.	47
Tableau 12	Valeurs des indices écologiques de structure des coléoptères capturés dans les milieux urbains et suburbains.	49
Tableau 13	Fréquences centésimale des familles des stations urbaines.	49
Tableau 14	Fréquences centésimale des familles des stations suburbaines.	51
Tableau 15	Les fréquences d'occurrence des espèces de coléoptères capturées dans les six stations.	53
Tableau 16	Les fréquences d'occurrence des espèces des coléoptères capturés dans le milieu urbain et le milieu suburbain.	55

Sommaire

Liste des figures	v
Liste des tableaux	vi
Introduction	1

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I. 1. L'urbanisation.....	3
I. 2. L'écosystème urbain	3
I. 2.2 Définition de la ville.....	5
I. 2.3. Le sol et la végétation de l'écosystème urbain	5
I. 3. L'écosystème suburbain.....	6
I. 4. Généralités sur les insectes.....	7
I. 5. Biologie des coléoptères.....	8
I. 5.2. Morphologie des coléoptères	10
I. 5.3. Biodiversité des coléoptères.....	12
I. 5.3.1. La biodiversité.....	12
I. 5.3.2. Diversité des coléoptères.....	13
I. 5.3.3. Sous ordres des coléoptères.....	14
I. 5.3.4. Facteurs influençant la diversité des coléoptères	15
I. 5.3.5. Importance de la diversité des coléoptères.....	16

Chapitre II

Zone d'étude

II. Présentation de la ville de Bejaïa	19
II. Situation géographique.....	19

II. 1.2.1. Température	20
II. 1.2.2. Précipitations	21
II. 1.3. Synthèse climatique.....	21
II. 1.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	21
II. 1.2.3. Quotient pluviothermique d'Emberger :	22
II. 1.4.1. Présentation des stations d'échantillonnages	23
II. 1.4.2. Les stations urbaines	24
III. 1.4.3. Les stations suburbaines.....	24
II 1.5. Caractérisation des stations d'échantillonnage	25
II. 1.5.1. Stations urbaines	25

Chapitre III

Matériels et méthodes

III.1.Méthodes d'échantillonnage	28
III. 1.1. Méthode des pots Barber	28
III. 1.2. Fauchage (Filet fauchoir)	29
III. 1.3. Parapluie japonais (Battage).....	30
III. 1.4. La chasse à vue.....	31
III.2.Méthode de conservation	31
III. 2.1. Matériel utilisé.....	31
III. 2.2. Méthodes de conservation utilisées	32
III.3.Identification au laboratoire	33
III. 3.1 Matériel utilisé.....	33
III. 3.2. Identification des Coléoptères	35
III.4.Indices écologiques utilisés pour l'exploitation des résultats	35

III. 4.1. Richesse spécifique totale (S)	35
III. 4.2. Indices écologiques de structure	35
III. 4.2.1 Indice de diversité de Shannon-Weaver (H)	35
III. 4.2.2. Diversité maximale (H max)	36
III. 4.2.3 Indice d'équitabilité	36
III. 4.2.4 L'Estimateur Chao-1	36
III. 4.2.5. Fréquence d'occurrence (Fo%).....	36
III. 4.2.6. Fréquence Centésimale	37

Chapitre IV

Résultats

IV. Liste globale des espèces de coléoptères capturées grâce aux différentes méthodes d'échantillonnage dans les différentes stations d'étude	39
IV.2. Liste des espèces capturées dans le milieu urbain	41
IV.3. Liste des espèces capturées dans le milieu suburbain.....	42
IV. Liste des familles capturées dans le milieu urbain et suburbain	44
VI. Liste des familles capturées dans le milieu urbain.....	46
IV. Listes des familles capturées dans le milieu suburbain.....	47
IV.7. Analyse indicielle.....	47
IV. 7.1. Richesse spécifique (S)	48
IV. 7.2. L'indice de diversité de Shannon- Weaver H	48
IV. 7.3. L'indice d'équitabilité E.....	48
IV. 7.4. L'Estimateur Chao-1	48
IV. 7.5. Fréquence centésimale	49
IV. 7.6. Fréquence d'occurrence	52

Chapitre V

Discussion

Discussion	58
Conclusion.....	61
Références Bibliographiques.....	61

ANNEXES

Introduction

L'écosystème urbain est un concept qui désigne l'ensemble des interactions entre les êtres vivants et leur environnement dans un milieu urbain (**Marzluff, 2008**). Il est un milieu imperméabilisé, artificialisé (béton, asphalte, etc.) et fragmenté par différentes barrières (constructions, routes, clôtures, mur, etc.). Celui-ci en effet a ses propres caractères, que ce soit du point de vue de climatologie (températures plus élevées), des sols (déstructurés), des perturbations (parmi les plus importantes) etc (**Alberti, 2017**).

L'augmentation spectaculaire des taux d'urbanisation incontrôlée dans diverses parties du monde a entraîné la perte d'espèces indigènes et des menaces globales pour la biodiversité (**Abdel-Dayem et al, 2021**). La transformation à grande vitesse des zones rurales vers les zones urbaines aura des impacts désastreux sur l'environnement et le fonctionnement écologique (**Brooks, 2018**).

D'autre part, l'écosystème suburbain fait référence à l'ensemble des interactions entre les organismes vivants et leur environnement dans les zones suburbaines. Les zones suburbaines sont des zones situées en périphérie des grandes villes, caractérisées par une densité de population plus faible que les zones urbaines et une prédominance de l'habitat résidentiel (**Colding et Barthel, 2013**).

L'écosystème suburbain est souvent influencé par les activités humaines telles que l'urbanisation, la construction de routes, le développement résidentiel et commercial, ainsi que les pratiques d'aménagement paysager. Ces activités peuvent entraîner des modifications significatives de l'environnement naturel, ce qui a un impact sur la biodiversité et les interactions entre les espèces (**Alberti, 2008**).

Les deux écosystèmes mentionnés ci-dessus (Urbain et Suburbain) abritent une grande variété d'espèces vivantes, tels que les insectes qui sont des arthropodes appartenant à la classe des Insecta. Ils constituent le groupe le plus diversifié d'organismes vivants sur Terre, avec plus d'un million d'espèces décrites à ce jour (**Grimaldi et Engel, 2005**).

Les insectes sont reconnus comme jouant un rôle important en tant qu'indicateurs de la santé écologique globale, se caractérisent par un corps segmenté, divisé en trois parties distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen, parmi les ordres d'insectes on trouve l'ordre des coléoptères, qui constituent le groupe d'insectes le plus diversifié et le plus riche en espèces de

la planète. Environ 400 000 à 500 000 espèces ont été décrites à ce jour. Cela représente environ un quart de toutes les espèces animales connues (**Bouchard *et al*, 2011**), et de nombreuses espèces restent à décrire (**Grove *et al*, 2000**). Les coléoptères présentent une extraordinaire diversité morphologique et écologique et jouent un rôle important dans presque tous les écosystèmes terrestres et d'eau douce (**Crowson, 1981**).

Les coléoptères occupent une grande variété d'habitats, des milieux aquatiques aux environnements les plus arides, en passant par les forêts, les prairies et même les zones urbaines (**Bouchard *et al*, 2011**). Ils jouent des rôles écologiques essentiels, notamment dans les chaînes alimentaires, la décomposition de la matière organique et le recyclage des nutriments (**Lawrence et Britton, 1994**).

L'étude de la biodiversité des coléoptères, de leur biologie et de leurs interactions avec l'environnement est donc un domaine de recherche foisonnant, contribuant à une meilleure compréhension du fonctionnement des écosystèmes (**Nichols *et al*, 2008**).

Nous avons réalisé cette étude sur la diversité des coléoptères en milieu urbain et suburbain dans la ville de Bejaia pour faire face à ce besoin de plus informations sur la biodiversité des coléoptères dans le milieu urbain et suburbain algérien. Plus précisément, nous avons étudié les communautés de coléoptères dans les espaces urbains et suburbains pour répondre aux problématiques suivantes

1) En quoi les habitats urbains et suburbains diffèrent-ils concernant l'abondance, la richesse et la composition des espèces des coléoptères ?

2) Quelles espèces de coléoptères seraient favorisées par l'environnement urbain et l'environnement suburbain ?

Chapitre I

Synthèse

bibliographique

I. 1. L'urbanisation

L'urbanisation est un processus, maîtrisé ou subi, qui se caractérise par la croissance des villes et de leur périphérie au détriment des espaces ruraux (**Mcdonnell et al, 1997**).

L'étymologie du mot urbanisation vient du latin « urbs » qui signifie « ville » (**Gauthier, 2002**).

De façon plus précise, l'urbanisation est un phénomène global, qui s'accélère au fil des siècles et semble promis à une inexorable progression dans l'avenir. Il se manifeste par une augmentation continue de la population des zones urbaines, et, logiquement, par l'extension physique des agglomérations (**United Nations, 2018**).

Selon **Angel et al. (2011)** le niveau d'urbanisation d'un territoire (région, pays, continent) s'évalue par :

1. le rapport entre le nombre des résidents urbains et celui des ruraux,
2. la densité de peuplement des différentes zones,
3. l'expansion territoriale des agglomérations,
4. la transformation des modes de vie.

À noter que le terme d'urbanisation est à distinguer de celui d'urbanisme, qui désigne la façon dont les villes et espaces péri-urbains sont construits, transformés, aménagés et organisés. L'urbanisation va souvent de pair avec la croissance économique, la transition démographique, le développement économique et social (**Youmatter, 2018**).

I. 2. L'écosystème urbain

C'est un concept qui désigne l'ensemble des interactions entre les êtres vivants et leur environnement dans un milieu urbain (**Marzluff, 2008**).

Il s'agit d'un écosystème ouvert dans lequel les flux, loin de circuler en circuit fermé proviennent de loin (**Delavigne, 1991**). Cet état de fait assure une complémentarité obligée entre la ville et la campagne, complémentarité qui ne peut être vue à travers le prisme simpliste de la

pureté campagnarde par rapport aux nuisances urbaines. En effet, grâce à ce système ouvert, la ville puise ses matières premières et énergétiques à l'extérieur et rejette vers la périphérie tous les déchets, tous les résidus de la vie urbaine (**Gandy, 2006**).

I. 2.1. Spécificités de l'écosystème urbain

L'écosystème urbain est un milieu imperméabilisé, artificialisé (béton, asphalte) et fragmenté par différentes barrières (constructions, routes, clôtures, mur). Celui-ci en effet ses propres caractères, que ce soit du point de vue de climatologie (températures plus élevées), des sols (déstructurés), des perturbations (**Alberti, 2017**).

L'écosystème urbain présente des caractéristiques spécifiques qui le distinguent des environnements naturels. Voici quelques-unes de ces particularités :

Imperméabilisation des sols : Dans les zones urbaines, les sols sont recouverts de béton, d'asphalte et d'autres matériaux imperméables. Cela limite l'infiltration de l'eau dans le sol, entraînant des problèmes d'inondations et de ruissellement (**Grimm et al, 2008**).

Fragmentation de l'espace : Les constructions, les routes, les clôtures et les murs fragmentent l'écosystème urbain. Cette fragmentation peut affecter la mobilité des espèces animales et végétales, réduisant ainsi leur capacité à se déplacer et à trouver des habitats appropriés (**Grimm et al, 2008**).

Effet d'îlot de chaleur urbain : Les zones urbaines ont tendance à être plus chaudes que les zones rurales en raison de l'absorption et de la restitution de la chaleur par les surfaces imperméables. Cet effet d'îlot de chaleur a des conséquences sur le climat local et la santé des habitants (**Grimm et al, 2008**).

Altération des sols : L'urbanisation perturbe la structure des sols. Les excavations, les constructions et les activités humaines altèrent la composition du sol, ce qui peut affecter la croissance des plantes et la qualité du sol (**Grimm et al, 2008**).

Perturbations multiples : L'écosystème urbain est soumis à diverses perturbations, telles que la pollution de l'air, le bruit, la lumière artificielle et la présence humaine constante. Ces

facteurs peuvent influencer la biodiversité et la santé des êtres vivants dans ces zones (**Pickett et al, 2001**).

I. 2.2 Définition de la ville

La ville est un milieu complexe, dynamique, et aux caractéristiques spécifiques où s'articulent diverses interactions homme-milieu mettant en jeu l'espace. Un milieu de fonctions croisées dans lequel s'exercent la plupart des activités humaines (habitat, commerce, industrie, éducation, politique, culture), sans cesser d'être une confluence d'enjeux (**Ferras, 1990**). La ville est un lieu de rencontre et d'échange qui se développe au détriment du milieu naturel préexistant (forêt, marécage, etc.), considérée comme un écosystème urbain composé de biocénose (êtres humains, animaux et végétaux) et de biotope ou conditions du milieu créées par l'homme (bâti, routes, espaces verts, etc.). Au sein de cet écosystème, il y a des interactions entre les êtres vivants et leur milieu de vie (**Berkowitz et al, 2003**).

I. 2.3. Le sol et la végétation de l'écosystème urbain

En règle générale, les sols urbains ne présentent aucune structure et leurs couches superficielles sont très polluées par les métaux lourds. Il arrive parfois que ce soient des sols de « ruines » contenant une grande quantité de carbonate de calcium (**Horrigan et al, 2002**).

Les terrains verts urbains présentent une modification significative de la végétation par rapport aux milieux naturels, avec une prédominance du gazon dont la composition spécifique est très faible (**Gaston et Fuller, 2008**). Selon, on ne constate généralement qu'une espèce d'herbe avec un mélange insignifiant d'autres plantes (la végétation sauvage étant systématiquement détruite) (**Voynet, 2000**).

En revanche, la diversité des essences d'arbres et d'arbustes est bien plus élevée que sur les terrains périphériques non bâtis. Les espaces verts urbains, bien que fortement modifiés par les conditions spécifiques de l'environnement et l'activité économique, demeurent cependant la source de vie (**Kowarik, 2011**).

I 2.4. La biodiversité en milieu urbain :

Le milieu urbain est un écosystème, qui a en effet ses propres caractéristiques, tant sur le plan climatique températures (plus élevées), des sols (déstructurés), de la luminosité (quasi permanente), des perturbations (parmi les plus importantes) (**Alberti, 2008**). Formé au cours de l'histoire récente, il a connu une évolution très rapide qui va expliquer d'abord l'émergence d'espèces végétales puis celle d'espèces animales, l'installation progressive des espaces verts ayant été l'élément le plus important dans cette nouvelle organisation des villes (**Niemelä et al, 2011**).

La biodiversité urbaine est l'ensemble des formes de vie qui se rencontrent dans les espaces urbanisés. L'artificialisation du milieu urbain ne permet pas de développer la biodiversité dans ce milieu, car il n'est pas suffisamment diversifié, avec seulement les espèces adaptées au milieu urbain (animales ou végétales) qui s'y installent (**Bertrand et Simonet, 2012**), et l'artificialisation crée des obstacles (routes et bâtiments) qui empêchent les espèces vivantes de se déplacer, ce qui entraîne une altération de la biodiversité (**Guinaudeau, 2010**).

I 3. L'écosystème suburbain

L'écosystème suburbain fait référence à l'ensemble des interactions entre les organismes vivants et leur environnement dans les zones suburbaines. Les zones suburbaines sont des zones situées en périphérie des grandes villes, caractérisées par une densité de population plus faible que les zones urbaines et une prédominance de l'habitat résidentiel (**Colding et Barthel, 2013**).

L'écosystème suburbain est souvent influencé par les activités humaines telles que l'urbanisation, la construction de routes, le développement résidentiel et commercial, ainsi que les pratiques d'aménagement paysager. Ces activités peuvent entraîner des modifications significatives de l'environnement naturel, ce qui a un impact sur la biodiversité et les interactions entre les espèces (**Alberti, 2008**).

Dans les écosystèmes suburbains, on trouve généralement une combinaison d'habitats naturels et d'habitats modifiés par l'homme. On peut y trouver des espaces verts tels que des parcs, des jardins et des espaces boisés, ainsi que des zones résidentielles avec des jardins aménagés (**Seto et al, 2012**). Ces habitats peuvent soutenir une variété d'espèces,

notamment des mammifères, des oiseaux, des insectes et des plantes. La biodiversité dans les écosystèmes suburbains peut être différente de celle des zones naturelles non perturbées **(McKinney, 2006)**.

Certaines espèces peuvent prospérer dans les zones suburbaines en raison de l'abondance de ressources alimentaires et d'habitats disponibles, tandis que d'autres espèces peuvent être moins adaptées à ces environnements modifiés **(Colding et Barthel, 2013)**.

Il est important de prendre en compte la conservation de la biodiversité dans les écosystèmes suburbains, notamment en adoptant des pratiques d'aménagement paysager favorables à la faune et en minimisant les effets négatifs de l'urbanisation sur les habitats naturels. Cela peut inclure des mesures telles que la conservation des espaces verts, la création de corridors écologiques pour faciliter le déplacement des espèces et la réduction de l'utilisation de pesticides et de produits chimiques nocifs **(McIntyre, 2000)**.

I. 4. Généralités sur les insectes

Les insectes sont des arthropodes appartenant à la classe des Insecta. Ils constituent le groupe le plus diversifié d'organismes vivants sur Terre, avec plus d'un million d'espèces décrites à ce jour. Les insectes se caractérisent par un corps segmenté, divisé en trois parties distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen. Ils possèdent également six pattes articulées, des antennes sensorielles et souvent des ailes **(Charles et al, 2009)**.

Les insectes jouent un rôle crucial dans les écosystèmes terrestres. Ils occupent une grande variété de niches écologiques et remplissent diverses fonctions, telles que la pollinisation des plantes, la décomposition des matières organiques, le contrôle des populations d'autres organismes, et servent également de source de nourriture pour de nombreux animaux **(Vincent et al, 2004)**.

La classification scientifique des insectes a été établie par Carl Von Linné au XVIII^e siècle. Les insectes sont regroupés en une trentaine d'ordres, comprenant des groupes familiaux tels que les coléoptères (scarabées), les lépidoptères (papillons et chenilles), les hyménoptères

(abeilles, guêpes et fourmis), les diptères (mouches) et les hémiptères (punaises). Chaque ordre se divise ensuite en familles, genres et espèces (**Stephen et Marshall, 1994**).

I. 5. Biologie des coléoptères

Les coléoptères sont caractérisés par des ailes antérieures durcies appelées élytres, qui forment une coquille solide qui protège les ailes postérieures membraneuses utilisées pour le vol (Coléoptères signifie « coquille » et « aile ») (**Lawrence et Newton, 1995**).

Ainsi, au repos, les ailes postérieures sont repliées sous les élytres et ne sont pas visibles (**Lawrence et Newton, 1995**).

Les élytres sont peut-être courts, mais ils se rejoignent au milieu du corps chez toutes les espèces (**Lawrence et Newton, 1995**).

D'un point de vue biologique, ils sont très divers. Ils sont présents dans presque toutes les régions biogéographiques et habitats non marins (**Nigel et Tork, 2008**).

Ils disposent d'un large éventail de sources de nourriture, dont 4 444 xylophages, 4 444 phytophages, charognards, prédateurs et parasites d'autres insectes. La plupart des adultes peuvent voler (**McHugh et Liebherr, 2009**).

Cependant, lorsque le n'est pas utilisé, les ailes de vol délicates sont généralement cachées sous un couvercle protecteur d'aile, permettant aux coléoptères d'utiliser diverses ressources et d'éviter autrement l'utilisation de l'aile et de s'engager dans un large éventail d'activités qui autrement se limiterait aux insectes (**McHugh et Liebherr, 2009**).

I 5.1. Cycle de développement des coléoptères :

Le cycle de développement des coléoptères, qui sont des insectes de l'ordre des coléoptères comprenant les scarabées, les coccinelles et les charançons, passe par plusieurs stades distincts. Ce cycle est appelé « métamorphose complète », car il comporte quatre stades distincts : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte (**Arnett et al, 2002**) (Figure 1).

Stade œuf : Les œufs sont généralement pondus dans le milieu où la larve trouve sa nourriture. Sont de forme variée, souvent allongés ou ovalaires, parfois cylindriques ou fusiformes, lisses ou rugueux, généralement blancs ou jaunâtres. Leur taille est très variable, étant fonction du nombre que chaque femelle peut pondre. Ce nombre est de un ou deux chez certains coprophages, de 500 environ chez les bruches et de plusieurs milliers chez les méloïdés (Lawrence et Newton, 1995) (Figure 1).

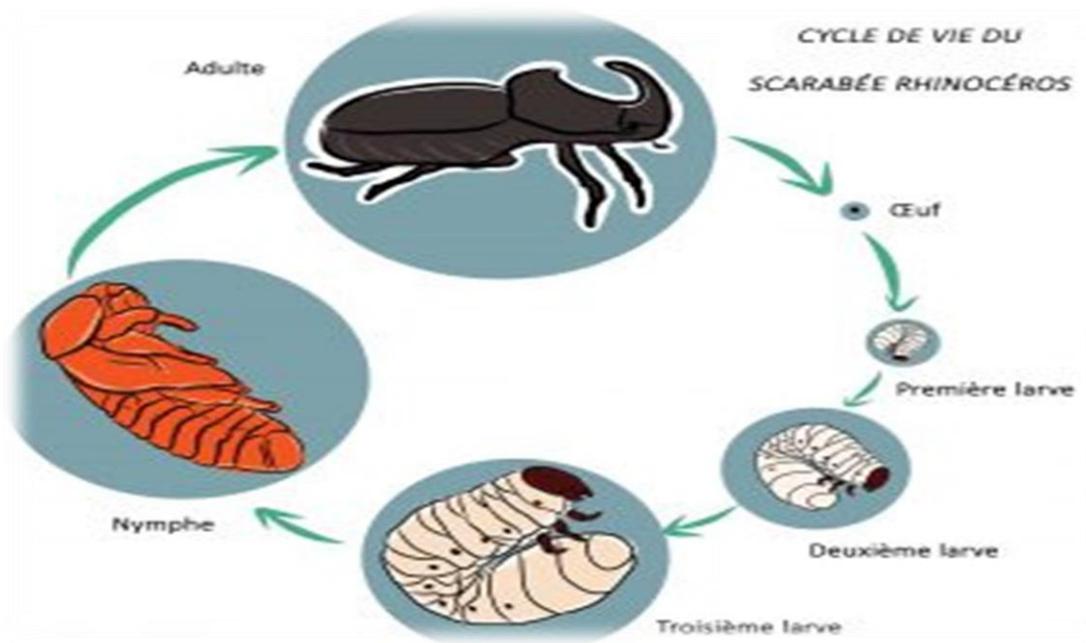


Figure 1 : Cycle de vie d'un Coléoptère

Stade larvaire : Pour la grande partie des espèces, le développement larvaire s'étale sur quelques mois. Les larves des coléoptères sont constituées de 13 segments, un au niveau de la tête, trois au niveau du thorax (qui portent trois paires de pattes) et neuf au niveau de l'abdomen, ne possèdent jamais d'ailes ni d'élytres et ne peuvent se reproduire, leurs organes génitaux étant à peine ébauchés. et comme chez les adultes la tête, le thorax et l'abdomen sont distincts. Leur tête, extrêmement développée, présente des mandibules broyeuses similaires à celles des adultes (Lawrence et Newton, 1995) (Figure 1).

Stade nymphale : La larve se transforme ensuite en nymphe, subissant d'importantes modifications tout au long desquelles elle reste immobile sans se nourrir, progressivement elle

se pigmente et laisse transparaître la forme de l'insecte. Les nymphes sont de couleur blanche ou jaunâtre et portent souvent de longues épines qui servent probablement à isoler du sol leurs téguments mous et fragiles (**Lawrence et Newton, 1995**) (Figure 1).

Stade adulte : Les adultes émergent au début de l'été et ne vivent en général que quelques semaines au cours desquelles ils n'ont qu'un seul objectif, se reproduire. Dans la plupart des cas, même l'adulte meurt dès qu'il s'est reproduit (**Boukli, 2012**) (Figure 1).

Certains adultes ne se nourrissent pas et survivent grâce aux réserves accumulées dans leur corps standard larve. D'autres adultes consomment des substances à post pouvoir énergétique (nectar des fleurs, produits naturels pourris, sève suintant des blessures d'arbres) pour subvenir à leurs besoins durant la course à la génération (**Holter, 2016**) (Figure 1).

I. 5.2. Morphologie des coléoptères :

La morphologie des coléoptères se caractérise par un corps segmenté divisé en trois parties distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen. La tête est équipée d'antennes segmentées et d'yeux composés qui offrent une vision panoramique aux coléoptères (**Borror et al, 1989**). Le thorax est composé de trois segments - le prothorax, le mésothorax et le métathorax - chacun portant une paire de pattes adaptées à différents modes de déplacement. Les coléoptères se distinguent par leurs élytres, des ailes antérieures coriaces et épaisses qui recouvrent et protègent les ailes postérieures utilisées pour le vol. L'abdomen est situé à l'arrière du corps et contient les principaux organes internes. Ces caractéristiques morphologiques sont communes à la plupart des espèces de coléoptères, bien que des variations existent en fonction de l'espèce et de son mode de vie (**Lawrence et Newton, 1995**) (Figure 2).

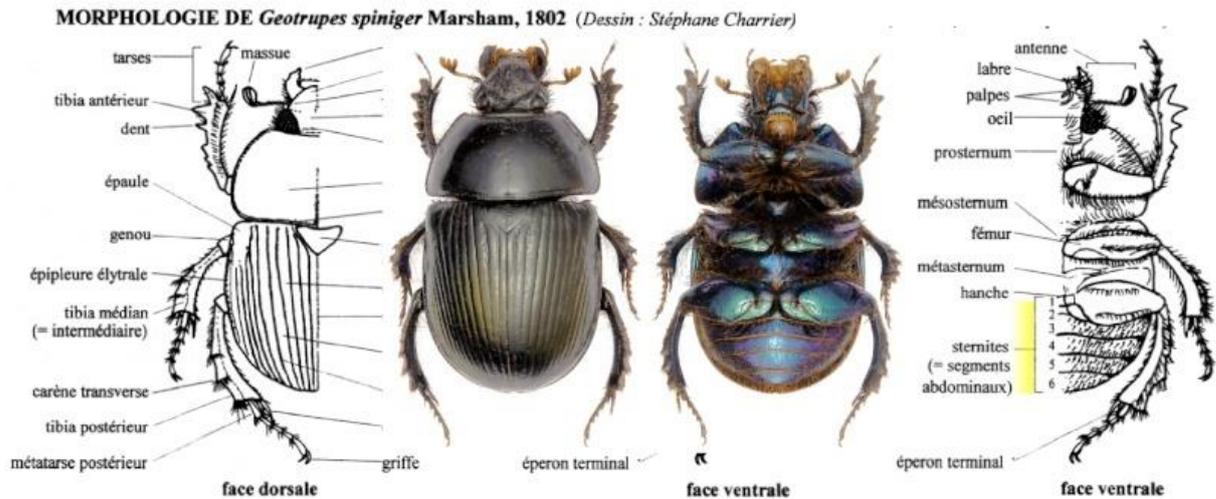


Figure 2 : Morphologie d'un coléoptère. *Geotrupes spiniger* Marsham, 1802

(Charrier, 2001).

La tête : La tête est de forme très diverse, allongée, transverse, globuleuse ou déprimée avec un cou distinct ou non. Elle est toujours plus ou moins engagée dans le prothorax où elle est encadrée parfois presque entièrement. Sur le dessus, on distingue les pièces buccales avec mandibules et palpes maxillaires et labiaux. Le labre ou lèvre supérieure et le clypéus ou épistome sont séparés du front par une suture visible. Sur le côté, les joues sont situées en avant des yeux et les tempes en arrière (Du Chatenet, 2005) (Figure 2).

Le thorax : Trois segments constituent le thorax : le pro, le méso et le métathorax, vu de dessus, seul le prothorax (appelé aussi pronotum) est parfaitement visible, tandis que le mésothorax n'apparaît que sous la forme d'un petit triangle, l'écusson. Le segment thoracique comprend un ensemble de pièces : une supérieure (le tergite), une inférieure (le sternite), et deux latérales (les pleurites). Ces derniers peuvent être décomposés par une pièce antérieure ou épisternite et une pièce postérieure ou épimère (Du Chatenet, 2005) (Figure 2).

L'abdomen : est constitué de 9 segments, dont un ou deux peuvent être atrophiés à la base et un rétracté à l'intérieur de l'extrémité postérieure de l'abdomen. Chaque segment se compose d'un arceau dorsal, le tergite, et d'un arceau ventral, le sternite. Le nombre de sternites de la face ventrale de l'abdomen est toujours inférieur à celui des tergites. Chez le mâle comme chez la femelle, le neuvième et dernier segment de l'abdomen est invaginé et constitue l'armure génitale (Du Chatenet, 2005) (Figure 2).

Les élytres : sont les deux ailes antérieures qui forment deux pièces sclérifiées symétriques, contiguës le long de leur bord postérieur sur la ligne longitudinale médiane du corps. Elles recouvrent plus ou moins complètement l'abdomen, mis à part le dernier tergite abdominal ou pygidium (**Du Chatenet, 2005**) (Figure 2).

Elles jouent des rôles protecteurs multiples : protection contre la déshydratation (ce qui permet à certains Coléoptères de vivre en milieu aride), protection contre les blessures (Chez certains charançons, elles sont soudées pour ne former qu'un seul bouclier protecteur). Elles ne jouent pas de rôle actif en vol et sont tenues perpendiculairement au corps. Elles peuvent avoir des rôles plus spécifiques chez les Coléoptères aquatiques à savoir la rétention d'air dans un but respiratoire (**Du Chatenet, 2005**) (Figure 2).

Les ailes : Les ailes membraneuses ou postérieures sont les seules utilisées pour voler. Les ailes de la plupart des coléoptères sont articulées et peuvent se replier transversalement, l'extrémité apicale se rabattant sur la partie basale, afin de pouvoir se loger sous les élytres. Chez certaines espèces les ailes postérieures ne servent parfois plus car les élytres sont soudés (**Du Chatenet, 2005**) (Figure 2).

Les pattes : Comme tous les insectes, les coléoptères ont 6 pattes disposées par paires et constituées par les hanches, les trochanters, les fémurs, les tibias et les tarse. Leurs formes et leurs dispositions, ainsi que la forme de leurs cavités sont variables, notamment en fonction du milieu de vie et du mode de déplacement. Elles servent en particulier à définir les quatre grands sous-ordres de coléoptères et sont adaptées à leur fonction (**Du Chatenet, 2002**) (Figure 2).

I. 5.3. Biodiversité des coléoptères

I. 5.3.1. La biodiversité

La biodiversité fait référence à la variété et à la diversité de la vie sur Terre à tous les niveaux d'organisation, y compris les écosystèmes, les espèces et les gènes.

Cela inclut la diversité des formes de vie, les interactions écologiques et les processus évolutifs qui se produisent dans les, 2008 écosystèmes (**Maclaurin et Sterelny, 2008**).

La biodiversité comprend trois composantes principales :

Diversité des éco systémique (ou biodiversité des écosystèmes) : Fait référence à la diversité des habitats, des communautés biologiques et des processus écologiques qui se produisent au sein d'un écosystème.

Cela inclut différents types d'écosystèmes tels que les forêts, les océans, les prairies et les zones humides (**Sala et al, 2000**).

Diversité des espèces (ou diversité spécifiques) : Désigne le nombre total d'espèces trouvées dans une zone particulière, chaque espèce possède des caractéristiques uniques et occupe une niche écologique spécifique, la biodiversité est essentielle à la stabilité et au fonctionnement des écosystèmes (**Sala et al, 2000**).

Diversité génétique : Désigne la diversité génétique au sein d'une espèce, chaque espèce étant composée de populations présentant des variations génétiques qui leur permettent de s'adapter aux changements de leur environnement, la diversité génétique est importante pour la survie à long terme des espèces et l'évolution de nouveaux caractères (**Sala et al, 2000**).

La biodiversité est essentielle au maintien des services éco systémiques tels que la pollinisation des cultures, la purification de l'eau, la régulation du climat et la conservation des sols (**Sala et al, 2000**). Ils sont également importants pour le bien-être humain, car ils fournissent des ressources alimentaires, médicales, culturelles et récréatives (**Wilson, 2016**).

I. 5.3.2. Diversité des coléoptères

Nombre d'espèces : Les coléoptères constituent le groupe d'insectes le plus diversifié. Environ 400 000 à 500 000 espèces ont été décrites à ce jour. Cela représente environ un quart de toutes les espèces animales connues (**Bouchard et al, 2011**).

Cependant, il est important de noter que ce nombre peut augmenter à mesure que de nouvelles espèces sont découvertes et décrites (**Bouchard et al, 2011**).

Variété de formes et de tailles : Les coléoptères sont disponibles dans une grande variété de formes, de tailles et de couleurs. Ils vont des petits coléoptères mesurant moins de 1 mm de long aux grands coléoptères mesurant plusieurs centimètres de long (**Bouchard et al, 2011**), leur diversité morphologique est fascinante et particulièrement adaptée au mode de vie, à l'alimentation et à l'environnement.

Habitats diversifiés : Les coléoptères se trouvent dans presque tous les habitats terrestres, des déserts aux forêts tropicales, en passant par les montagnes, les prairies et les zones humides. Certains coléoptères sont aquatiques et vivent dans les lacs, les rivières et les zones côtières. Leur capacité à s'adapter à différents environnements contribue à leur diversité (**Bouchard et al, 2011**).

Niches écologiques : Les coléoptères occupent différentes niches écologiques. Certains herbivores se nourrissent des plantes et certains prédateurs se nourrissent d'autres insectes. Certains coléoptères sont des charognards et se nourrissent de matière organique en décomposition, tandis que d'autres sont coprophages et se nourrissent d'excréments (**Bouchard et al, 2011**). Cette alimentation diversifiée permet aux coléoptères de jouer un rôle important dans l'écosystème.

Interactions avec d'autres espèces : Les coléoptères interagissent avec divers autres organismes. Certains forment des relations symbiotiques avec des champignons, des bactéries ou des plantes, tandis que d'autres sont des pollinisateurs essentiels pour de nombreuses plantes à fleurs (**Bouchard et al, 2011**). Les coléoptères constituent également une source de nourriture pour de nombreux autres animaux, notamment les oiseaux, les reptiles, les amphibiens et les mammifères (**Bouchard et al, 2011**).

La diversité des coléoptères est un sujet fascinant et en constante évolution. Cela offre de nombreuses opportunités de recherche et d'exploration pour mieux comprendre l'évolution, l'écologie et l'importance de ces insectes dans l'écosystème (**Bouchard et al, 2011**).

I. 5.3.3. Sous ordres des coléoptères

Les coléoptères font partie des premiers groupes de diversification de l'Holometabola. L'ordre des coléoptères est divisible en quatre lignées principales, qui sont reconnues comme étant les sous ordres Archostemata, Adephaga, Myxophaga et Polyphaga, regroupant 17 superfamilles et 500 familles et sous-familles (**Bouchard et al, 2011**).

Polyphaga : Les Polyphaga est le sous-ordre le plus grand et le plus diversifié des coléoptères ; le nom est dérivé de deux mots grecs : poly, ce qui signifie «beaucoup», et phaga, qui signifie «manger». Polyphaga comprend 144 familles dans 16 superfamilles, et affiche une énorme variété de spéiciaon et d'adaptation, avec plus de 300 000 espèces décrites, soit environ 90% des espèces de coléoptères découverts jusqu'à présent (**Bouchard et al, 2011**).

Adéphaga : Les adéphagiens sont tous, ou presque tous, comme leur nom l'indique, des carnassiers. Ils sont pentamères, leurs antennes (sauf rares exceptions) sont longues et fines, leurs pattes longues, leurs mandibules robustes. **Maurice, (1980)**. Comprennent plus de 40 000 espèces. **Ball et Bousquet, (2000), Beutel et Ribera (2005)**. Ce sous-ordre est divisé en deux clades, le Geadephaga terrestre (contenant une famille nombreuse, les Carabidae) et le Hydradephaga (les Dytiscidae) à prédominance aquatique (**Maddison et al, 2009**).

Myxophaga : sont de petits coléoptères (la plupart inférieurs à 2,5 mm) qui se nourrissent d'algues ou d'algues bleu-vert dans les habitats d'eau douce et riverains. Jäch et al. (2005). Les quatre familles de myxophagan comprennent environ 100 espèces dans le monde (**McKenna et al, 2015**).

Archostemata : Il groupe les Coléoptères les plus anciennement connus. Comprend environ 40 espèces de coléoptères de taille petite à moyenne appartenant à cinq familles (Ommatidae, Crowsoniellidae, Micromalthidae, Cupedidae et Jurodidae). Selon **Hörnschemeyer (2005)** la plupart des larves se développent dans du bois infesté de champignons, et les pièces buccales des adultes suggèrent que la plupart des espèces se nourrissent de pollen végétal ou de sève (**McKenna et al, 2009**).

I. 5.3.4. Facteurs influençant la diversité des coléoptères

Facteurs environnementaux : Les caractéristiques géographiques, le climat, l'altitude et la disponibilité des habitats peuvent influencer la diversité des coléoptères dans une région donnée. L'étude de **Ribera et al. (2001)** examine comment les facteurs environnementaux influencent la diversité des coléoptères aquatiques dans les rivières méditerranéennes.

Spécialisation écologique : Les coléoptères peuvent être spécialisés pour vivre dans des habitats ou se nourrir de ressources spécifiques, ce qui peut influencer leur diversité. L'étude de **Farrell et al. (2001)** examine la corrélation entre la spécialisation écologique et la diversité des coléoptères des forêts tropicales.

Interactions hôte-parasite : Les interactions entre les coléoptères et leurs hôtes ou parasites peuvent influencer leur diversité. L'étude de **Hulcr et al. (2007)** examine comment les

interactions entre les coléoptères ambrosiaires et les arbres hôtes peuvent influencer la diversité des coléoptères.

Perturbations anthropiques : Les activités humaines telles que la déforestation, l'urbanisation et l'utilisation de pesticides peuvent avoir un impact sur la diversité des coléoptères. L'étude de **Buse et al. (2016)** examine comment les perturbations anthropiques influencent la diversité des coléoptères saproxyliques.

I. 5.3.5. Importance de la diversité des coléoptères

La diversité des coléoptères est extrêmement importante dans de nombreux aspects de notre écosystème. Les coléoptères constituent l'ordre d'insectes le plus riche en espèces. Plus de 400 000 espèces ont été décrites à ce jour, représentant environ 25 % de toutes les espèces animales connues (**Stork, 2018**). La diversité des coléoptères joue plusieurs rôles important :

Rôle écologique : Les coléoptères jouent un rôle important dans les écosystèmes en occupant diverses niches écologiques. Ils interagissent avec d'autres organismes tels que les plantes, les animaux et les micro-organismes et participent à d'importants cycles biogéochimiques. Certains coléoptères décomposent la matière organique, tandis que d'autres sont des pollinisateurs, des prédateurs, des parasites ou des symbiotes (**Céréghino et al, 2015**).

Services éco systémiques : Les coléoptères fournissent une variété de services éco systémiques qui profitent aux humains. Les coléoptères pollinisateurs jouent un rôle important dans la reproduction des plantes, y compris de nombreuses cultures vivrières. Certains coléoptères prédateurs aident à réguler les populations d'insectes qui endommagent les cultures, réduisant ainsi le besoin de pesticides (**Céréghino et al, 2015**).

Décomposition et recyclage : Les coléoptères charognards tels que les coléoptères et les coléoptères fouisseurs jouent un rôle important dans la décomposition de la matière organique. Ils contribuent au recyclage des nutriments en décomposant les matériaux en décomposition et aident à maintenir la fertilité des sols et les cycles biogéochimiques (**Céréghino et al, 2015**).

Indicateurs environnementaux : La diversité des coléoptères sert d'indicateur de la santé des écosystèmes. Certains coléoptères sont sensibles aux changements environnementaux tels que la pollution de l'eau, la destruction de l'habitat et le changement climatique. En surveillant les populations de coléoptères dans des zones spécifiques, les scientifiques peuvent évaluer

l'impact des perturbations environnementales et prendre les mesures de conservation appropriées (Céréghino *et al*, 2015).

Potentiel économique et scientifique : Les coléoptères ont un grand potentiel économique. Certains coléoptères, comme les coccinelles, sont utilisées comme moyens de lutte biologique contre les ravageurs des plantes, réduisant ainsi l'utilisation de pesticides. De plus, la recherche sur les coléoptères a contribué aux avancées scientifiques dans des domaines tels que la taxonomie, l'écologie, la biologie évolutive et l'inspiration biologique pour le développement de nouvelles technologies (Homburg et Homburg, 2019).

Alimentation et chaînes alimentaires : Les coléoptères jouent un rôle essentiel dans les chaînes alimentaires terrestres et aquatiques. En tant que proies, ils fournissent de la nourriture à de nombreux autres animaux, tels que les oiseaux, les mammifères, les reptiles, les poissons et d'autres invertébrés. Leur diversité permet de maintenir l'équilibre des populations dans les écosystèmes (Homburg et Homburg, 2019).

Polymorphisme et adaptation : Les coléoptères présentent une grande variété de formes, de couleurs et de structures morphologiques, ce qui témoigne de leur capacité à s'adapter à différents territoires et conditions environnementales. Leur diversité génétique favorise la résilience des populations face aux changements environnementaux et aux pressions évolutives (Homburg et Homburg, 2019).

Rôle dans la dégradation des déchets : Certains coléoptères sont spécialisés dans la dégradation des déchets organiques, tels que le fumier, les matières végétales en décomposition et les cadavres d'animaux. Leur rôle dans la décomposition contribue à maintenir la santé des écosystèmes en éliminant les matières mortes et en recyclant les nutriments (Homburg et Homburg, 2019).

Chapitre II

Zone d'étude

II. Présentation de la ville de Bejaïa

II. Situation géographique

La wilaya de Bejaïa est située dans le nord de l'Algérie, sur la côte méditerranéenne. Elle fait partie de la région de Kabylie et est entourée par d'autres wilayas, notamment Tizi Ouzou à l'ouest, de Bordj Bou Arreridj au sud-ouest, Sétif au sud, et Jijel à l'est.

Bejaïa est située approximativement à 180 kilomètres à l'est d'Alger, elle a une superficie d'environ 3 268 kilomètres carrés et est principalement constituée de montagnes et de collines, avec de belles plages le long de la côte. Elle est située entre les latitudes $36^{\circ} 15$ et $36^{\circ} 55$ Nord et les longitudes $4^{\circ} 20$ et $5^{\circ} 30$ Est (Figure 3).

La ville de Bejaïa, qui est le chef-lieu de la wilaya, se trouve au bord de la mer Méditerranée. C'est une ville historique et culturelle importante, connue pour son port, qui est l'un des plus anciens ports de la Méditerranée. La région de Bejaïa est également réputée pour sa nature préservée, avec des paysages montagneux, des forêts denses et des sites naturels magnifiques (Figure 3).



Figure 3 : Carte géographique de la wilaya de Bejaïa (D-maps, 2024).

II 1.2. Le climat de la ville de Bejaïa

Selon **Dajoz (2003)**, le climat joue un rôle essentiel dans le contrôle et la répartition des organismes vivants, ainsi que dans la dynamique des écosystèmes. Il est primordial d'analyser les principaux éléments climatiques, tels que la température, les précipitations.

Le climat de Bejaïa est de type méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs, ainsi que des hivers doux et humides. Les températures et les précipitations varient au cours de l'année, créant des saisons distinctes selon l'Office national de la météorologie en Algérie.

II. 1.2.1. Température

En été, de juin à septembre, Bejaïa connaît des températures élevées avec des moyennes mensuelles oscillant entre 25°C et 30°C. Les températures maximales peuvent atteindre et dépasser les 35°C pendant les périodes de pic de chaleur. Les nuits d'été sont généralement agréables, avec des températures minimales autour de 20°C. Cependant, il est important de noter que les températures peuvent varier en fonction de l'altitude, avec des régions montagneuses plus fraîches que la zone côtière (**ONM, 2021**).

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles de Bejaïa pour la période (2008-2017).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M °C	17,2	17,2	19,1	21,3	23,6	27	30,2	30,9	28,6	26,3	21,7	18,3
m °C	7,6	7,6	9,1	11,2	14,2	17,9	21	21,6	19,5	16,5	12,1	8,7
M+m/2	12,4	12,4	14,1	16,2	18,9	22,45	25,6	26,2	24	21,4	16,9	13,5

- M : la moyenne mensuelle des températures maximales.
- m : la moyenne mensuelle des températures minimales.
- M+m/2 : la moyenne mensuelle des températures maximales et minimales.

D'après les données de tableau 1 on remarque que les températures moyennes mensuelles maximales sont atteintes au mois d'Aout avec 30,9°C, les températures moyennes mensuelles minimales sont atteintes au mois de Janvier et Février avec 7,6°C. Le mois le plus chaud est Aout, alors que les mois les plus froids sont Janvier et Février.

II. 1.2.2. Précipitations

Les précipitations à Bejaïa sont concentrées principalement pendant les mois d'automne et d'hiver. Les mois les plus pluvieux sont généralement novembre, décembre et janvier. Pendant cette période, des pluies abondantes sont attendues, avec des moyennes mensuelles de précipitations allant de 100 mm à 150 mm. Les précipitations diminuent progressivement au printemps, avec des mois d'avril et de mai relativement plus secs selon l'agence nationale des ressources hydrauliques.

Tableau 2 : Précipitations mensuelles de la région de Bejaia (2008-2017).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel
P (mm)	113,2	116	93,8	55,6	46,56	17,7	3,02	18,71	58	66,5	110	99	798,09

Les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 798,09 mm pour la période (2008/2017). Le mois de Février est le plus pluvieux, mais il est noté que le mois de Mai est plus arrosé que les mois d'Avril et Juin.

II. 1.3. Synthèse climatique

Pour déterminer le climat de la région de Bejaia on s'appuie sur ses indices climatiques :

- Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.
- Le quotient d'Emberger.

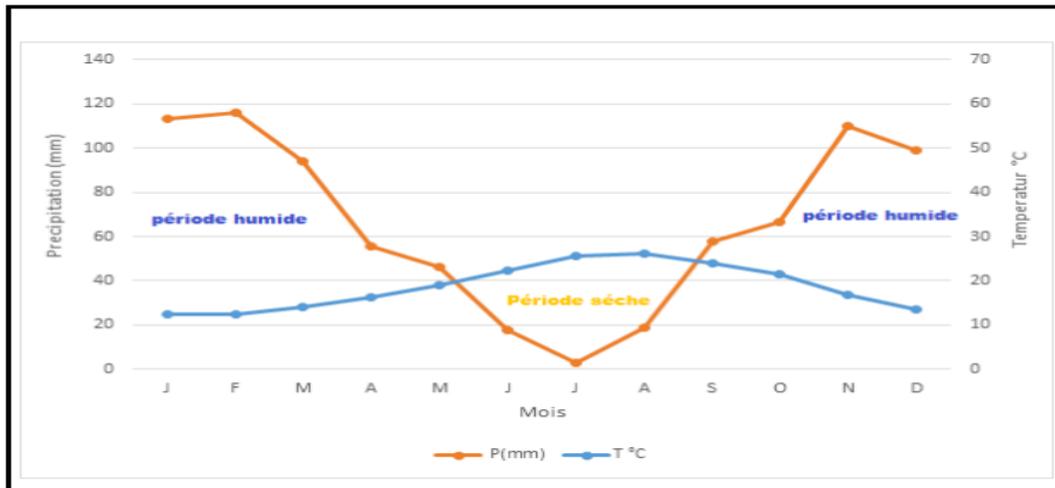
II. 1.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Grâce à ce diagramme, nous pouvons localiser la période sèche de l'année. Il a été développé de manière à ce que l'échelle de pluviométrie (P), exprimée en degrés Celsius (**Dajoz, 1985**) : $(P = 2 T)$

Lorsque la courbe des précipitations croise celle des températures et passe en dessous de celle-ci, cela entraîne une sécheresse, à condition que $(p \leq 2)$.

Le diagramme ombrothermique de la région de Bejaia révèle l'existence de trois périodes prolongées tout au long de la période (2008-2017) (deux périodes humides, l'une allant de janvier à mai et l'autre de septembre à décembre, et une période sèche pendant les 4 mois restants) (Figure 4).

Figure 4 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la Wilaya de Bejaia (2008-2017).



II. 1.2.3. Quotient pluviothermique d'Emberger :

Un quotient pluvio-thermique a été établi par Emberger afin de distinguer les diverses nuances du climat méditerranéen. Il offre la possibilité de localiser la zone d'étude dans l'étage bioclimatique correspondant (Dajoz, 1971). On peut le formuler de la manière suivante :

$$Q2 = 3,43 P / (M - m)$$

Q2 : Quotient pluviométrique Stewart.

P : Somme des précipitations annuelles exprimées en mm.

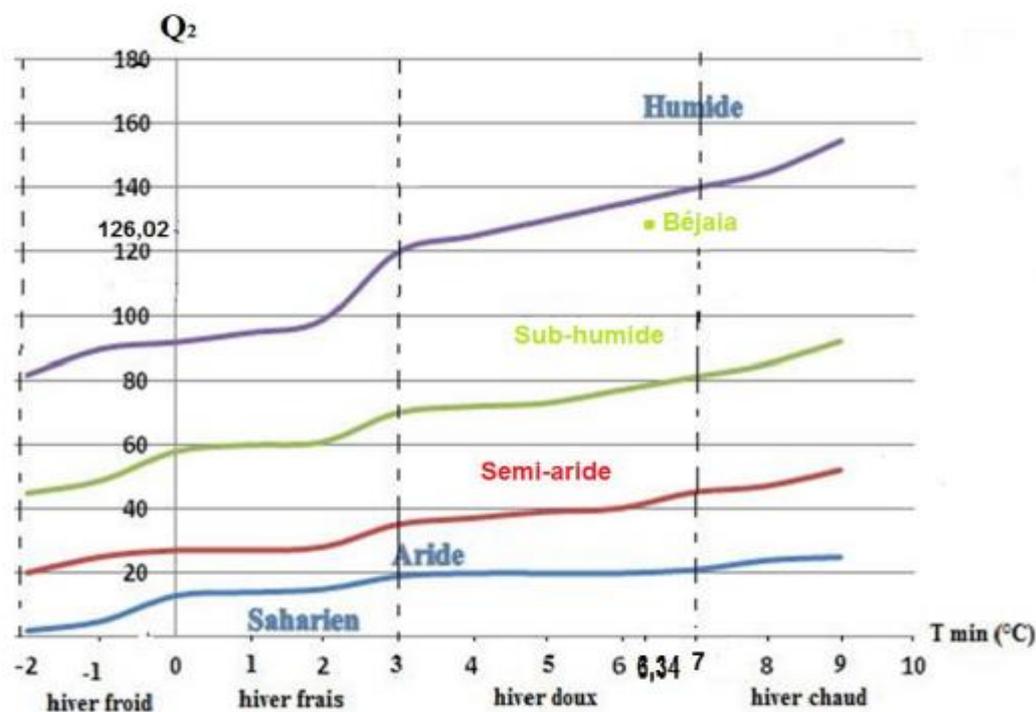
M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en exprimées °C.

m : Moyenne des minima du mois le plus froid en (°C).

Tableau 3 : Calcul de Q2 de la région de Bejaia.

P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q2
799,85	28,11	6,34	126,02

$Q_2 = 3,43 [799,85 / (28,11 - 6,34)]$	$Q_2 = 126,02$
--	----------------

**Figure 5** : Situation bioclimatique de la région de Bejaia.

A partir des résultats obtenus, nous pouvons déduire que la zone de Bejaia se situe dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud (Figure 5).

II. 1.4.1. Présentation des stations d'échantillonnages

L'étude de la diversité des Coléoptères au niveau de la ville de Bejaia a été réalisée dans six (6) stations et le choix a été fait en fonction d'habitats : urbains et suburbains comme c'est illustré dans la figure 6.

Les sorties ont débuté en mars 2024 et se sont achevées le 14 mai 2024. Les déplacements sur le terrain variaient en fonction des conditions météorologiques. Les sorties sur le terrain se font de manière régulière (une fois par semaine). Le travail débute à 08h00 du matin et se poursuit jusqu'à 17h00 de l'après-midi afin de récolter le maximum d'individus des coléoptères dans les six (6) stations choisies.

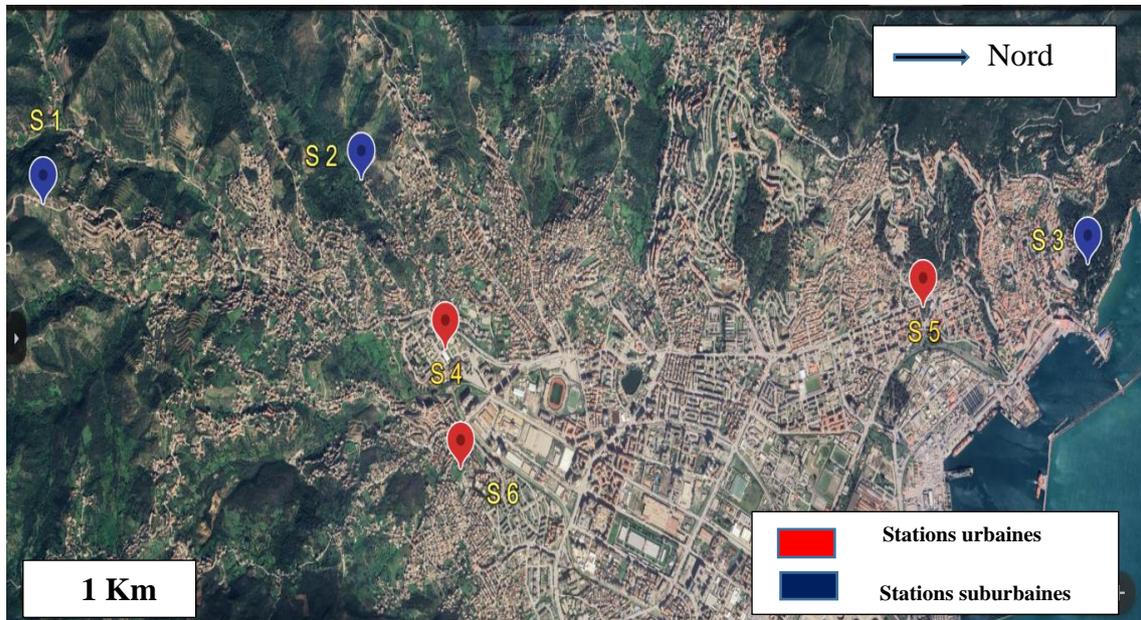


Figure 6 : Localisation des stations d'échantillonnage (Google earth, 2023).

II. 1.4.2. Les stations urbaines

- S4 : Campus universitaire Targa ouzemour (36°45'02"N 5°02'05"E)
- S6 : R.U Iheddaden (36°44'43"N 5°02'18"E)
- S5 : Square Pasteur (El Khmis) (36°45'12"N 5°04'37"E)

III. 1.4.3. Les stations suburbaines

- S1 : Ain Skhoun (36°45'32"N 5°00'15"E)
- S3 : Les Oliviers (36°45'21"N 5°05'26"E)
- S2 : Boudjema (36°45'24"N 5°01'55"E)

II 1.5. Caractérisation des stations d'échantillonnage

II. 1.5.1. Stations urbaines

➤ **Campus universitaire Targa ouzemour (36°45'02"N 5°02'05"E)** : le campus universitaire regorge d'une flore diversifiée qui ajoute une touche de verdure et de beauté à son environnement urbain. La végétation est constituée par 3 strates arborées, arbustes et herbacées et cela favorise la biodiversité locale et favorise aussi la création d'un habitat pour la faune locale, comme les oiseaux, les papillons, les coléoptères et les petits mammifères.

Voici quelques espèces végétales existantes au niveau du campus :

- Le figuier a caoutchouc (*Ficus elastica*, Hornem, 1819)
- Peuplier blanc (*Populus alba*, Linné, 1753)
- Rosier de chine (*Rosa chinensis*, Jacq, 1768)
- Aristoloche siphon (*Aristolochia macrophylla*, Lam, 1783)
- Lantanier (*Lantana camara*, Linné, 1753)

➤ **Square Pasteur (El Khmis) (36°45'12"N 5°04'37"E)** : Le Square Pasteur à Bejaïa est un espace public qui offre un cadre agréable pour les habitants et les visiteurs. Le square Pasteur est décoré d'une multitude de végétaux. Elle abrite des plantes comme des palmiers (*Livistona chinensis*, Mart, 1838), des bougainvilliers (*Bougainvillea glabra*, Denis, 1859), des rosiers, des lauriers-roses (*Nerium oleander*, Linné, 1753). Des parterres de fleurs colorées bordent les allées, offrant ainsi un cadre agréable aux promeneurs.

➤ **R.U Iheddaden (36°44'43"N 5°02'18"E)** : La résidence universitaire Iheddaden abrite une flore variée et offre un environnement favorable à la biodiversité. Voici quelques éléments concernant la flore dans cette station :

La flore de la résidence est composée d'arbres et de plantes, tels que des palmiers nains, (*Chamaerops humilis*, Linné, 1753) des oliviers (*Olea europaea*, Linné, 1753), des eucalyptus (*Eucalyptus* sp, L'Hér, 1789) et des pins du calabre (*Pinus brutia*, Ten, 1811). Des fleurs telles que des roses, des bougainvilliers (*Bougainvillea glabra*, Denis, 1859) et des jasmins (*Jasminum*, Linné, 1753) sont également présentes. Les pelouses et les espaces verts sont entretenus afin de permettre la croissance de différentes plantes et herbes.

II 1.5.2. Stations suburbaines

➤ **Ain Skhoun (36°45'32"N 5°00'15"E)** : La station est caractérisée par une grande diversité floristique. Voici quelques espèces végétales (arbres, arbustes, herbes ...) qu'on a pu observer dans la station :

- Pin d'Alep (*Pinus halipensis*, Mill, 1768)
- Mimosa d'été (*Acacia retinodes*, Schltld, 1794)
- Caroubier (*Ceratonia siliqua* Linné, 1753)
- Olivier (*Olea europaea*, Linné, 1753)
- Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*, Linné, 1753)
- Daphné garou (*Daphne gnidium* Linné, 1753)
- Corroyère (*Coriaria myrtifolia* Linné, 1753)
- Scrophulaire des chiens (*Scrophularia canina* Linné, 1753)
- Genet scorpion (*Genista scorpius*, , Linné, 1753)
- Chrysanthème à couronnes (*Glebionis coronaria*, Spach, 1841)
- Folle avoine (*Avena fatua*, Lnné, 1753)
- Roquette bâtarde (*Hirschfeldia incana*, Linné, 1753)
- Acacia doré (*Acacia pycnantha benth*, Benth, 1842)

➤ **Les Oliviers (36°45'21"N 5°05'26"E)** : La forêt des Oliviers fait partie du parc national de Gouraya (PNG), elle est caractérisée par une très grande diversité floristique et même faunistique, cette diversité est remarquable grâce aux efforts menés par les agents forestiers du PNG. Et voici quelques espèces végétales dominantes dans cette station :

- L'olivier (*Olea europaea*, Linné, 1753)
- Bruyère arborescente (*Erica arborea*, Linné, 1753)
- Pin maritime (*Pinus pinaster*, Aiton, 1789)
- Hêtre commun (*Fagus sylvatica*, Linné, 1753)
- Ortie brulante (*Urtica urens*, Linné, 1753)
- Pin d'Alep (*Pinus halipensis*, Mill, 1768)

➤ **Boudjema (36°45'24"N 5°01'55"E)** : cette station n'est pas riche comme les autres stations qu'on a consulté, elle abrite une petite variété d'espèces végétales tel que :

- L'olivier (*Olea europaea*, Linné, 1753)
- Caroubier (*Ceratonia siliqua*, Linné, 1753)
- Pommier (*Malus sieversii*, Mill, 1754)
- Figue (*Ficus carica*, Linné, 1753)
- Ortie brulante (*Urtica urens*, Linné, 1753)

Chapitre III

Matériels et méthodes

III. 1. Méthodes d'échantillonnage

Pour récolter un maximum de coléoptères sur le terrain, il est nécessaire d'utiliser plusieurs méthodes et techniques dans les stations d'études (urbaines et suburbaines).

Quatre méthodes d'échantillonnage ont été utilisées pour notre étude :

- Méthode des pots Barber
- Fauchage (Filet fauchoir)
- Parapluie japonais (Battage)
- La chasse à vue
-

III. 1.1. Méthode des pots Barber

Selon **Knaden *et al.* (2003)**, ce genre de piège est utilisé pour collecter des échantillons d'espèces migratrices à la surface du sol. Dans notre cas nous avons employé des bouteilles coupées en deux dans un trou de manière à ce que le bord supérieur soit au niveau du sol. La terre est soigneusement tassée autour d'ouverture pour éviter effet de barrière pour les espèces de petite taille (Figure 7).

Chaque pot de barbe est rempli à hauteur égale avec de l'eau savonnée, ce qui joue un rôle de mouillant. Chaque semaine, 10 pots ont été disposés dans une terre bien droite avec une distance de 5 mètres entre un pot et un autre. Les échantillons collectés sont placés dans des sachets en plastique accompagnés de la date et du lieu de collecte (Figure 7).



Figure 7 : Pots Barber

III. 1.2. Fauchage (Filet fauchoir)

Selon **Benkhelil (1992)**, le filet fauchoir est utilisé pour capturer les coléoptères en les tenant sur la végétation. Il comporte un manche de longueur d'un mètre, portant sur l'une de ses extrémités un cercle en fil de fer solide, de diamètre de 0,30 m. Une poche en toile verte coulisse sur le cercle (**Lamotte et al. 1969**). Le fauchage implique d'animer le filet en effectuant des mouvements de va et vient proches de l'horizontale, tout en maintenant le plan de l'ouverture perpendiculaire au sol. Il est essentiel que les mouvements soient extrêmement rapides et violents afin de faire tomber les insectes, surpris par le choc, dans la poche (**Benkhelil, 1992**). Et cela se fait dans une surface importante (plus de 50m²) pour avoir des résultats suffisants (Figure 8).



Figure 8 : Filet fauchoir

Selon le "Guide pratique du fauchage et de la gestion différenciée des espaces verts" publié par l'Agence régionale de la biodiversité en Île-de-France (ARB IdF) en 2021, voici quelque exemples de zones où appliquer le fauchage :

- Grands parcs
- Petits parcs ou square
- Anciens terrains de football
- Pieds d'arbres
- Aires de pic-nic
- Zones de hautes valeurs biologiques
- Bords de routes
- Abords de plaines de jeux

III. 1.3. Parapluie japonais (Battage)

C'est un carré de toile de couleur claire, tel qu'il est représenté dans la figure tendu par deux morceaux de bois joints. La nappe est tenue d'une main sous le feuillage des arbres et des arbustes, tandis que les branches de végétaux sont brusquement secouées (**Dajoz, 2002**) (Figure 9).

Ils collectent les insectes qui vivent sur les branches d'arbres qui sont souvent cachés par la végétation, les brindilles et les feuilles qui tombent sur la nappe et les mettent dans des sachets en plastique (**Dajoz, 2002**) (Figure 9).



Figure 9 : Parapluie japonais

III. 1.4. La chasse à vue

Cette technique implique la prise directe des coléoptères à la main. On peut repérer l'insecte à la vue, en suivant des transects sur des éléments linéaires du paysage. (**Benkhelil, 1992**).

III. 2. Méthode de conservation

III. 2.1. Matériel utilisé

Les coléoptères collectés sur le terrain sont mis dans des flacons. Selon **Aissat (2010)**, lors de la récolte au filet fauchoir et au parapluie japonais, le contenu est directement placé dans des sachets en plastique.

- **Les sachets en plastiques** : Les sachets nous offrent la possibilité de stocker les diverses parties d'une plante qui peuvent souvent abriter des arthropodes (feuille, tige et brindilles). Il est utilisé afin de stocker les échantillons collectés pendant une courte période, afin de les transporter au laboratoire pour leur identification (Aissat, 2010).
- **Les boîtes de pétri** : Des boîtes de pétri ont été utilisés pour conserver les Coléoptères comme le montre la (figure 10), la face supérieure des boîtes doivent contenir les mentions de la date et le lieu de récolte. Après l'identification des espèces, les boîtes vont servir de référence, pour la connaissance directe sur terrain (Aissat, 2010).

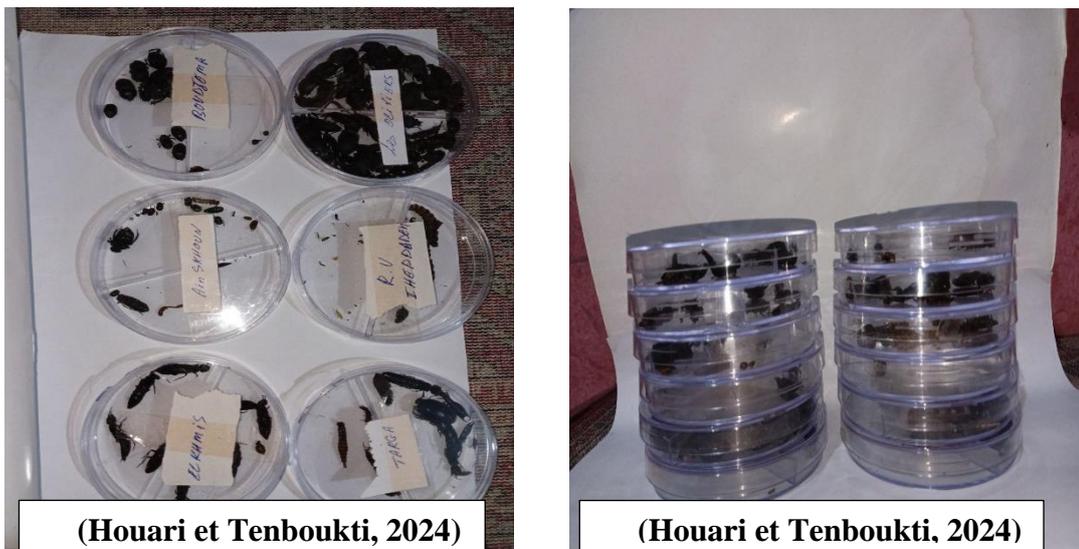


Figure 10 : Boîtes Pétri

III. 2.2. Méthodes de conservation utilisées

Séchage : Une fois au laboratoire, les Coléoptères sont séchés dans une étuve à 60°C pendant 24 heures. Ce qui permettra de les préserver aussi longtemps. (Gullan et Cranston, 2014) (Figure 11).



Figure 11 : L'étuve

III. 3. Identification au laboratoire

III. 3.1 Matériel utilisé

Les pinces : utilisées pour manipuler les Coléoptères, pour arranger les pattes et les antennes et pour prendre l'insecte (Figure 12).

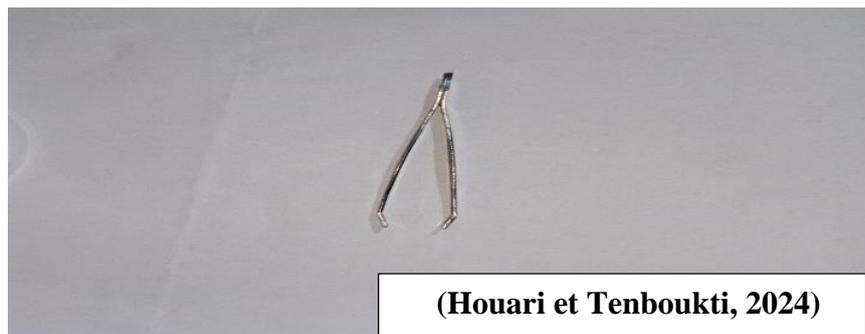


Figure 12 : La pince

Loupe binoculaire : elle sert à l'observation des caractères systématique, à des fins d'identification (Figure 13).



Figure 13 : Loupe binoculaire

Les épingles : utilisées pour fixer les Coléoptères (Figure 14).



Figure 14 : l'épingle

Appareil photo : utilisé pour prendre des photos des espèces sur le terrain, une fois au laboratoire on procède à leur identification (l'appareil photo du téléphone).

III. 3.2. Identification des Coléoptères

Une fois les espèces étalées et séchées, l'identification est effectuée après avoir examiné certains critères à l'aide d'une loupe binoculaire. Nous avons employé diverses clés de détermination ainsi que des guides pour les déterminations. On peut citer les guides suivants :

- Clé de détermination des Carabides (**Roger, 1992**).
- Clé de détermination des Coléoptères Lucanides et Scarabéides de Vendée et de l'Ouest de la France (**Charrier, 2003**).
- Coléoptères Dermestidae de France continentale et de Corse (**Alonso, 2010**).
- Clé d'identification des coccinelles du Nord-Pas de Calais (**Derolez et al, 2014**).
- Coléoptères Chrysomelidae Clytrinae de France continentale et de Corse (**Alonso, 2007**).
- Les carabes, cychres et calosomes Une clé de détermination pour les espèces armoricaines (**Lagarde, 2022**).
- Famille des Chrysomelidae Clé des sous-familles trouvées dans les îles britanniques (**Joie, 1932**).

III. 4. Indices écologiques utilisés pour l'exploitation des résultats

Les peuplements peuvent se définir par des descripteurs qui prennent en considération l'importance numérique des espèces qu'ils comportent. Il sera possible de décrire la biocénose à l'aide de paramètres telle la richesse spécifique, l'abondance, la dominance et la diversité (**Ramade, 1994**). Un certain nombre d'indices écologiques cités préalablement seront exploités dans nos résultats.

III. 4.1. Richesse spécifique totale (S)

La richesse totale (S) est le nombre des espèces composant un peuplement. C'est un paramètre fondamental pour la caractérisation d'une communauté d'espèces (**Blondel, 1979**).

III. 4.2. Indices écologiques de structure

III. 4.2.1 Indice de diversité de Shannon-Weaver (H)

Selon **Ramade (1984)**, Cet indice est une mesure qui permet d'évaluer la diversité réelle d'un peuplement dans un biotope, il varie en fonction du nombre d'espèces, calculé par la formule suivante :

$$H = - \sum P_i \log_2 P_i$$

P_i : Probabilité de rencontrer l'espèce i.

H : Indice de diversité(en bits).

III. 4.2.2. Diversité maximale (H max)

Dans laquelle chaque espèce serait représentée par le même nombre d'individus (Ponel, 1983). Elle se calcule par la formule suivante :

$$H_{max} = \log_2 S$$

III. 4.2.3 Indice d'équitabilité

L'indice d'équitabilité ou d'équipartition (E) est le rapport entre la diversité calculé (H) et la diversité théorique maximale (H max) qui est représentée par le log₂ de la richesse totale (S) (Blondel, 1975).

$$E = H / H_{max}$$

H : est l'indice de Shannon

Cet indice varie de 0 à 1 : Lorsqu'il tend vers 0 (E < 0,5). Cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Barbault, 1981).

III. 4.2.4 L'Estimateur Chao-1

Nous avons utilisé l'estimateur non paramétrique de la richesse des coléoptères (Chao1) et les courbes de raréfaction des individus pour le calcul de la richesse spécifique prévue en utilisant le logiciel Exelstat.

III. 4.2.5. Fréquence d'occurrence (Fo%)

La fréquence d'occurrence (F.O. %) est représentée d'après DAJOZ (1984) par la formule suivante :

$$F_o = P \times \frac{100}{N_i}$$

P : est le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

N_i : est le nombre total de relevés effectués

En fonction cette fréquence, on distingue les groupes d'espèces suivantes :

Les espèces omniprésentes sont présentes dans 81 % à 100% des relevés effectués dans une même communauté ($81 \% \leq FO \leq 100 \%$).

Les espèces régulières sont présentes dans 61 à 80 % des prélèvements. ($61 \% \leq FO \leq 80 \%$)

Les espèces constantes dont la fréquence est présente dans 41 % à 60 % ($41 \% \leq FO \leq 60 \%$)

Les espèces accessoires dont la fréquence est présente dans 21 % à 40 % ($21 \% \leq FO \leq 40 \%$).

Les espèces rares dont la fréquence est comprise entre 0 à et 20 % ($0 \% \leq FO \leq 20 \%$).

III. 4.2.6. Fréquence Centésimale

Selon **Faurie et al, (1980)**, l'abondance relative (A.R. %) s'exprime en Pourcentage (%) par la formule suivante :

$$F_c (\%) = \frac{ni}{N} \times 100$$

n_i : Nombre total des individus d'une espèce i prise en considération.

N : Nombre total des individus de toutes les espèces présentes.

Chapitre IV

Résultats

Ce chapitre regroupe les résultats des espèces de coléoptères capturées à l'aide de différentes méthodes d'échantillonnages dans la ville de Bejaia.

IV. Liste globale des espèces de coléoptères capturées grâce aux différentes méthodes d'échantillonnage dans les différentes stations d'étude

Le tableau 4 regroupe toutes les espèces de coléoptères capturées par les différentes méthodes d'échantillonnages dans les six stations d'étude.

Tableau 4 : Liste globale des espèces de coléoptères recensées dans les six stations d'étude.

Espèces	Milieu urbain			Milieu suburbain		
	EL-Khmis	R.U Iheddaden	Campus T.O	Les Oliviers	Ain Skhoun	Boudjema
<i>Ocypus Olens</i> (O.F.Muller, 1764)	+	+	+	+	+	+
<i>Scarabaeus semipunctatus</i> (Fabricius, 1792)	-	-	-	+	+	+
<i>Carabus Intricatus</i> (Linnaeus, 1761)	-	-	-	+	+	+
<i>Carabus Cancellatus</i> (Illiger, 1798)	-	-	-	+	-	-
<i>Erodium</i> sp (Bemerkung, 1834)	-	+	+	+	-	-
<i>Saprinus</i> sp (Erichson, 1834)	-	+	-	+	+	+
<i>Silpha</i> sp (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	+	+
<i>Chlaenius emarginatus</i> (Say, 1823)	+	+	+	+	-	-
<i>Tropinota Squalida</i> (Scopoli, 1763)	-	-	-	+	+	+
<i>Trypocopris vernalis</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	+	+
<i>Timarcha Nicaeensis</i> (Latreille, 1829)	-	-	-	+	+	+
<i>Trichodes Alvearius</i> (Fabricius, 1792)	+	+	+	-	-	-
<i>Trox Perlatius</i> (Goeze, 1777)	+	+	+	-	-	-
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+
<i>Sitonia humeralis</i> (Germar, 1817)	-	+	+	-	-	-
<i>Psilothrix viridicoerulea</i> (Geoffroy, 1785)	-	+	-	-	+	-

<i>Amara apricaria</i> (Paykull, 1790)	-	-	+	-	-	-
<i>Ontophagus Coenobita</i> (Herbst, 1783)	-	-	-	-	+	-
<i>Gonocephalum</i> sp1 (Chevrolat, 1849)	+	-	-	-	-	-
<i>Sphenoptera</i> sp (Dejean, 1833)	-	-	-	-	+	-
<i>Pentodon</i> sp (Hope, 1837)	-	-	+	-	-	+
<i>Adalia Bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	-	-	-
Total	37	35	56	105	102	69

L'échantillonnage par l'utilisation de différentes méthodes, nous a permis de récolter 22 espèces de coléoptères réparties en 21 genres et 14 familles. Les stations les plus riches en espèces sont les Oliviers et Ain-skoun avec 12 espèces, suivies par les stations de Campus T.O et R.U Iheddaden et Boudjema avec 10 espèces. La station El-khmis abrite seulement 7 espèces (Tableau 4).

IV. 2. Liste des espèces capturées dans le milieu urbain

Tableau 5 : Liste des espèces capturées dans les trois stations urbaines.

Espèces	EL-khmis	R.U Iheddaden	Campus T.O	Total
<i>Ocypus Olens</i> (O.F.Muller, 1764)	18	6	23	47
<i>Erodium</i> sp (Bemerkung, 1834)	0	2	4	6
<i>Saprinus</i> sp (Erichson, 1834)	0	1	0	1
<i>Chlaenius emarginatus</i> (Say, 1823)	3	5	4	12
<i>Trichodes Alvearius</i> (Fabricius, 1792)	2	6	4	12
<i>Trox Perlatus</i> (Goeze, 1777)	3	3	5	11
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	4	4	3	11
<i>Sitonia humeralis</i> (Germar, 1817)	0	3	1	4
<i>Psilothrix viridicoerulea</i> (Geoffroy, 1785)	0	4	0	4
<i>Amara apricaria</i> (Paykull, 1790)	0	0	3	3
<i>Gonocephalum</i> sp1 (Chevrolat, 1849)	6	0	0	6
<i>Pentodon</i> sp (Hope, 1837)	0	0	6	6
<i>Adalia Bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	3	5

Les résultats exprimés dans le tableau 5 à propos des espèces capturées dans les trois stations urbaines, révèlent l'existence de 13 espèces représentées avec 128 individus.

Tout d'abord, on peut observer que certaines espèces sont présentes dans tous les sites, comme *Ocypus Olens* qui est l'espèce dominante avec 47 individus dans les 3 stations, *Chlaenius emarginatus* et *Trichodes Alvearius* avec 12 espèces, *Trox Perlatus*, *Coccinella septempunctata* avec 11 espèces, *Adalia Bipunctata* avec 5 espèces. Cela suggère que ces espèces ont une large répartition et peuvent s'adapter à différents types d'environnements.

D'autres espèces, comme *Erodium* sp, *Saprinus* sp, *Sitonia humeralis*, *Psilothrix viridicoerulea* et *Amara apricaria*, ont une présence plus localisée, n'étant observées que dans une ou deux des stations.

IV. 3. Liste des espèces capturées dans le milieu suburbain

Tableau 6 : Liste des espèces capturées dans les trois stations suburbaines.

Espèces	Les Oliviers	Ain Skhoun	Boudjema	Total
<i>Ocypus Olens</i> (O.F.Muller, 1764)	10	17	6	33
<i>Scarabaeus semipunctatus</i> (Fabricius, 1792)	5	8	6	19
<i>Carabus Intricatus</i> (Linnaeus, 1761)	5	4	7	16
<i>Carabus Cancellatus</i> (Illiger, 1798)	5	0	0	5
<i>Erodium</i> sp (Bemerkung, 1834)	4	0	0	4
<i>Saprinus</i> sp (Erichson, 1834)	28	10	10	48
<i>Silpha</i> sp (Linnaeus, 1758)	26	9	6	41
<i>Chlaenius emarginatus</i> (Say, 1823)	1	0	0	1
<i>Tropinota Squalida</i> (Scopoli, 1763)	3	2	2	7
<i>Trypocopriss vernalis</i> (Linnaeus, 1758)	10	23	15	48
<i>Timarcha Nicaeensis</i> (Latreille, 1829)	6	8	5	19
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	2	1	4	7
<i>Psilothrix viridicoerulea</i> (Geoffroy, 1785)	0	10	0	10
<i>Ontophagus Coenobita</i> (Herbst, 1783)	0	4	0	4
<i>Sphenoptera</i> sp (Dejean, 1833)	0	6	0	6
<i>Pentodon</i> sp (Hope, 1837)	0	0	8	8

Les résultats exprimés dans le tableau 6 à propos des espèces capturées dans les trois stations suburbaines, révèlent l'existence de 16 espèces représentées avec 276 individus.

Le tableau montre que certaines espèces, telles que *Ocypus Olens*, *Scarabaeus semipunctatus*, *Carabus Intricatus*, *Saprinus* sp, *Silpha* sp et *Trypocopris vernalis*, sont présentes dans les 3 sites étudiés.

D'autres espèces, en revanche, se trouve que dans un seul site (soit disant rares), comme *Carabus Cancellatus*(les oliviers), *Erodius* sp (les oliviers), *Chlaenius emarginatus*(les oliviers) et *Ontophagus Coenobita* (Ain skhoun) et *Psilothrix viridicoerilea* (Ain skhoun), *Pentodon* sp (Boudjema).

Tableau 7 : Répartition des espèces capturées dans le milieu urbain et suburbain.

Espèce	Milieu urbain	Milieu suburbain
<i>Ocypus Olens</i> (O.F.Muller, 1764)	47	33
<i>Scarabaeus semipunctatus</i> (Fabricius, 1792)	0	19
<i>Carabus Intricatus</i> (Linnaeus, 1761)	0	16
<i>Carabus Cancellatus</i> (Illiger, 1798)	0	5
<i>Erodius</i> sp (Bemerkung, 1834)	6	4
<i>Saprinus</i> sp (Erichson, 1834)	1	48
<i>Silpha</i> sp (Linnaeus, 1758)	0	41
<i>Chlaenius emarginatus</i> (Say, 1823)	12	1
<i>Tropinota Squalida</i> (Scopoli, 1763)	0	7
<i>Trypocopris vernalis</i> (Linnaeus, 1758)	0	48
<i>Timarcha Nicaeensis</i> (Latreille, 1829)	0	19
<i>Trichodes Alvearius</i> (Fabricius, 1792)	12	0
<i>Trox Perlatus</i> (Goeze, 1777)	11	0
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	11	7
<i>Sitonia humeralis</i> (Germar, 1817)	4	0
<i>Psilothrix viridicoerilea</i> (Geoffroy, 1785)	4	10
<i>Amara apricaria</i> (Paykull, 1790)	3	0
<i>Ontophagus Coenobita</i> (Herbst, 1783)	0	4
<i>Gonocephalum</i> sp1 (Chevrolat, 1849)	6	0
<i>Sphenoptera</i> sp (Dejean, 1833)	0	6
<i>Pentodon</i> sp (Hope, 1837)	8	6
<i>Adalia Bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	0	5

Ce tableau fournit les effectifs observés pour chaque espèce dans les deux types d'environnements étudiés : le milieu urbain et le milieu suburbain.

Certaines espèces semblent strictement liées à un seul type de milieu. C'est le cas de *Scarabaeus semipunctatus*, *Carabus Intricatus*, *Silpha* sp, *Tropinota Squalida*, *Trypocopris vernalis*, *Timarcha Nicaeensis*, *Trichodes Alvearius*, *Trox Perlatus*, *Sitonia humeralis*, *Amara*

apricaria, *Ontophagus Coenobita* et *Adalia Bipunctata* qui ne sont observées que dans le milieu suburbain. À l'inverse, *Gonocephalum* sp1, *Sitonia humeralis*, *Amara apricaria*, *Trichodes Alvearius*, *Trox Perlatus* ne sont présentent que dans le milieu urbain (Tableau7).

D'autres espèces, bien que présentes dans les deux milieux, montrent de très fortes disparités d'effectifs. *Ocypus Olens* est bien plus abondante en milieu urbain (47 individus) qu'en milieu suburbain (33 individus), tandis que *Saprinus* sp et *Trypocopris vernalis* sont nettement plus nombreuses en milieu suburbain (48 individus chacune) qu'en milieu urbain (1 et 0 individu respectivement) (Tableau7).

Quelques espèces semblent plus équitablement réparties entre les deux milieux, comme *Erodium* sp, *Chlaenius emarginatus*, *Coccinella septempunctata*, *Psilothrix viridicoerulea* et *Pentodon* sp, avec des effectifs du même ordre de grandeur (Tableau7).

Carabus Cancellatus et *Sphenoptera* sp présentent des effectifs modérés dans les deux milieux, sans réelle préférence marquée pour l'un ou l'autre (Tableau7).

IV. Liste des familles capturées dans le milieu urbain et suburbain

Tableau 8 : Liste des familles capturées dans les six stations

Famille	Espèces	Nombre d'individus
Scarabaeidae	<i>Onthophagus</i> sp <i>Scarabus semipunctatus</i> <i>Tropinota squalida</i> <i>Pentodon</i> sp	34
Carabidae	<i>Carabus intricatus</i> <i>Carabus cancellatus</i> <i>Chlaenius emarginatus</i> <i>Amara apricaria</i>	37
Staphylinidae	<i>Ocypus olens</i>	80
Coccinellidae	<i>Coccinelle septempunctata</i> <i>Adalia Bipunctata</i>	23
Trogidae	<i>Trox perlatus</i>	11
Tenebrionidae	<i>Erodium</i> sp <i>Gonocephalum</i> sp1	16
Hesteridae	<i>Saprinus</i> sp	49
Silphidae	<i>Silpha</i> sp	41
Geotrupidae	<i>Trypocopris vernalis</i>	48
Chrysomelidae	<i>Timarcha Nicaeensis</i>	19
Cleridae	<i>Trichodes alvaerius</i>	12
Curculionidae	<i>Sitonia humeralis</i>	4
Melyridae	<i>Psilothrix viridicoerulea</i>	14
Buprestidae	<i>Sphenoptera</i> sp	6

Selon ce qu'on constate dans le tableau ci-dessus (Tableau 8), il y a 14 familles qui sont présentes dans l'ensemble des stations étudiées des deux milieux étudiés (urbain et suburbain) :

Famille Scarabaeidae : Cette famille compte 4 espèces : *Onthophagus* sp, *Scarabus semipunctatus*, *Tropinota squalida* et *Pentodon* sp, avec 34 espèces au total, c'est l'une des familles les plus diversifiées.

Famille Carabidae : Cette famille de carabes compte 4 espèces : *Carabus intricatus*, *Crabud cancellatus*, *Chlaenius emarginatus* et *Amara apricaria*, avec 37 espèces au total, c'est l'une des familles les plus diversifiées.

Famille Staphylinidae : Cette famille est représentée par une seule espèce : *Ocypus olens*, avec 80 espèces au total, c'est la famille la plus diverse dans cette étude.

Famille Coccinellidae : Cette famille des coccinelles compte 2 espèces : *Coccinelle septempunctata* et *Adalia Bipunctata*, avec 23 espèces au total, c'est une famille moyennement diversifiée.

Famille Trogidae : Cette famille est représentée par une seule espèce : *Trox perlatus*, avec 11 espèces au total, c'est une famille peu diversifiée.

Famille Tenebrionidae : Cette famille compte 2 espèces : *Erodus* sp et *Gonocephalum* sp1, avec 16 espèces au total, c'est une famille moyennement diversifiée.

Famille Histeridae : Cette famille est représentée par une seule espèce : *Saprinus* sp, avec 49 espèces au total, c'est une famille assez diversifiée.

Famille Silphidae : Cette famille est représentée par une seule espèce : *Silpha* sp, avec 41 espèces au total, c'est une famille assez diversifiée.

Famille Geotrupidae : Cette famille est représentée par une seule espèce : *Trypocopris vernalis*, avec 48 espèces au total, c'est l'une des familles les plus diversifiées.

Famille Chrysomelidae : Cette famille est représentée par une seule espèce : *Timarcha Nicaeensis*, avec 19 espèces au total, c'est une famille moyennement diversifiée.

Famille Cleridae : Cette famille est représentée par une seule espèce : *Trichodes alvaerius*, avec 12 espèces au total, c'est une famille peu diversifiée.

Famille Curculionidae : Cette famille est représentée par une seule espèce : *Sitonia humeralis*, avec seulement 4 espèces au total, c'est l'une des familles les moins diversifiées.

Famille Melyridae : Cette famille est représentée par une seule espèce : *Psilothrix viridicoerilea*, avec 14 espèces au total, c'est une famille peu diversifiée.

Famille Buprestidae : Cette famille est représentée par une seule espèce : *Sphenoptera* sp, avec seulement 6 espèces au total, c'est l'une des familles les moins diversifiées.

VI. Liste des familles capturées dans le milieu urbain

Tableau 9 : Liste des familles capturées dans les stations urbaines.

Famille	Espèces	Nombre d'individus
Scarabaeidae	<i>Pentodon</i> sp	6
Carabidae	<i>Chlaenius emarginatus</i> <i>Amara apricaria</i>	15
Staphylinidae	<i>Ocypus olens</i>	47
Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> <i>Adalia bipunctata</i>	16
Trogidae	<i>Trox perlatus</i>	11
Tenebrionidae	<i>Erodius</i> sp <i>Gonocephalum</i> sp1	12
Hesteridae	<i>Saprinus</i> sp	1
Cleridae	<i>Trichodes alvaerius</i>	12
Curculionidae	<i>Sitonia humeralis</i>	4
Melyridae	<i>Psilothrix viridicoerilea</i>	4

IV. Listes des familles capturées dans le milieu suburbain

Tableau 10 : Liste des familles capturées dans les stations suburbaines.

Famille	Espèces	Nombre d'individus
Scarabaeidae	<i>Pentodon</i> sp <i>Scarabus semipunctatus</i> <i>Tropinota squalida</i> <i>Onthophagus coenobita</i>	38
Carabidae	<i>Chlaenius emarginatus</i> <i>Carabus intricatus</i> <i>Carabus cancellatus</i>	22
Staphylinidae	<i>Ocypus olens</i>	33
Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i>	7
Silphidae	<i>Silpha</i> sp	41
Geotrupidae	<i>Trypocopris vernalus</i>	48
Hesteridae	<i>Saprinus</i> sp	48
Chrysomelidae	<i>Timarcha nicaeensis</i>	19
Melyridae	<i>Psilothrix viridicoerulea</i>	10
Buprestidae	<i>Sphenoptera</i> sp	6
Tenebrionidae	<i>Erodius</i> sp	4

IV. 7. Analyse indicielle

Tableau 11 : Valeurs des indices écologiques de structure des coléoptères capturés dans les stations urbaines et suburbaines.

Paramètres écologiques	EL-khmis	R.U_Iheddaden	Campus_T.O	Les Oliviers	Ain Skhoun	Boudjema
Richesse spécifique (S)	7	10	10	12	12	10
Nombre d'individus	37	35	56	105	102	69
Shannon Weaver (H')	1,549	2,166	1,928	2,09	2,246	2,189
Equitabilité €	0,7959	0,9408	0,8374	0,8412	0,9041	0,9505
Chao-1	7	10,5	10	12	12	10

IV. 7.1. Richesse spécifique (S)

La richesse spécifique (S) des six stations (Tableau 11) à savoir : les oliviers, Ain skhoun avec 12 espèces, Boudjema, campus T.O, R.U Iheddaden sont représentées par 10 espèces, el-khmis avec 7 espèces. Le total des six stations est représenté par 22 espèces des échantillons collectés représentant 404 individus.

IV. 7.2. L'indice de diversité de Shannon- Weaver H

L'indice de diversité de Shannon-Weaver H calculé comme le montre le tableau 7 est de 2,246 bits pour la station de Ain skhoun , de 2,189 bits pour la station de Boudjema et de 2,166 bits pour la station de R.U Iheddaden, 2,09 pour la station des oliviers , 1,928 pour la station campus T.O, enfin 1,549 pour la station El-khmis (Tableau 11). Pour les six stations l'indice de Shannon est de 2,028 bits. Pour le milieu urbain l'indice de Shannon est 1,881 bits et pour le milieu suburbain il est de 2,175 bits (Tableau 11).

IV. 7.3. L'indice d'équitabilité E

L'indice d'équitabilité est d'une valeur de 0,7959 pour la station El-khmis ; les indices pour les deux stations Iheddaden et Campus T.O sont respectivement de 0,9408 et 0,8374. Pour la station des oliviers l'indice E est de 0,8412 et pour les deux stations Ain skhoun et Boudjema l'indice est respectivement de 0,9041 et 0,9505 (Tableau 11). Pour le milieu urbain l'indice E est de 0,8580 et pour le milieu suburbain, il est de 0,8986 (Tableau 11).

IV. 7.4. L'Estimateur Chao-1

L'estimateur de chao-1 pour les stations les oliviers et Ain skhoun est de 12, pour la station de Boudjema est de 10 et pour la station de R.U Iheddaden 10,5, en fin pour la station El-khmis la valeur de l'indice est de 7 (Tableau 11).

Tableau 12 : Valeurs des indices écologiques de structure des coléoptères capturés dans les milieux urbains et suburbains.

Paramètres écologiques	Milieu urbain	Milieu suburbain
Richesse spécifique (S)	12	17
Nombre d'individus	125	279
Shannon Weaver (H')	2,061	2,425
Equitabilité (E)	0,8295	0,856
Chao-1	12	17

IV. 7.5. Fréquence centésimale

Tableau 13 : Fréquences centésimale des familles des stations urbaines

Station	EL-khmis				R.U Iheddaden				Campus T.O			
	ni	Fci%	N	Fc%	ni	Fci%	N	Fc%	ni	Fci%	N	Fc%
Scarabaeidae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9,1	5	10,4
Carabidae	2	22,2	3	8,1	2	16,7	5	14,3	2	18,2	4	8,3
Staphylinidae	1	11,1	18	48,6	1	8,3	6	17,1	1	9,1	19	39,6
Coccinellidae	2	22,2	5	13,5	2	16,7	5	14,3	2	18,2	6	12,5
Trogidae	1	11,1	3	8,1	1	8,3	3	8,6	1	9,1	5	10,4
Tenebrionidae	2	22,2	6	16,2	2	16,7	2	5,7	2	18,2	4	8,3
Hesteridae	-	-	-	-	1	8,3	1	2,8	-	-	-	-
Cleridae	1	11,1	2	5,4	1	8,3	6	17,1	1	9,1	4	8,3
Curculionidae	-	-	-	-	1	8,3	3	8,6	1	9,1	1	2,1
Melyridae	-	-	-	-	1	8,3	4	11,4	-	-	-	-

ni : Nombres d'espèces dans une famille.

Fci : Fréquence centésimale exprimée en nombre d'espèces

N : Nombre d'individus dans une famille

Fc : fréquence centésimale exprimée en nombre d'individu.

- **EL-khmis :**

On remarque d'après le tableau 13 que la fréquence centésimale appliquée au nombre d'individus révèle la dominance de la famille des Staphylinidae avec 48,6% représentée par une espèce, vient ensuite la famille des Tenebrionidae avec 16,2%

De loin vient les familles suivantes : les Coccinellidae, Carabidae, les Trogidae et les Cleridae qui enregistrent respectivement des taux de 13,5%, 8,1%, 8,1% et 5,4%.

- **R.U Iheddaden :**

On remarque d'après le tableau 13 que la fréquence centésimale appliquée au nombre d'individus révèle la dominance de la famille des Staphylinidae et Cleridae avec 17,1% représentée par une espèce pour chacune, vient ensuite la famille des Carabidae et Coccinellidae avec 14,3% qui compte 2 espèces.

De loin vient les familles suivantes : les Melyridae 11,4%; les Trogidae 8,6%; les Curculionidae 8,6%; les Tenebrionidae 5,7%; les Hesteridae 2,8%.

- **Campus T.O :**

On remarque d'après le tableau 13 que la fréquence centésimale appliquée au nombre d'individus révèle la dominance de la famille des Staphylinidae avec 39,6 %, vient ensuite la famille des Coccinellidae avec 12,5%

De loin, les Carabidae, les Tenebrionidae et les Cleridae présentent un même pourcentage (8,3%).

En fin, la famille des Curculionidae et faiblement représentées avec un pourcentage qui ne franchit pas les 2,1%.

Tableau 14 : Fréquences centésimale des familles des stations suburbaines

Station	Les Oliviers				Ain Skhoun				Boudjema			
	Familie											
	ni	Fci%	N	Fc%	ni	Fci%	N	Fc%	ni	Fci%	N	Fc%
Scarabaeidae	4	28,6	8	8,7	4	26,7	14	14	4	30,8	16	23,5
Carabidae	3	21,4	9	9,8	3	20	4	4	3	23,1	7	10,3
Staphylinidae	1	7,1	10	10,9	1	6,7	16	16	1	7,7	6	8,8
Coccinellidae	1	7,1	2	2,2	1	6,7	1	1	1	-	4	5,9
Silphidae	1	7,1	18	19,6	1	6,7	8	8	1	-	5	7,3
Geotrupidae	1	7,1	10	10,9	1	6,7	23	23	1	-	15	22,05
Hesteridae	1	7,1	25	27,2	1	6,7	10	10	1	-	10	14,7
Chrysomelidae	1	7,1	6	6,5	1	6,7	8	8	1	-	5	7,3
Melyridae	-	-	-	-	1	6,7	10	10	-	-	-	-
Buprestidae	-	-	-	-	1	6,7	6	6	-	-	-	-
Tenebrionidae	1	7,1	4	4,3	-	-	-	-	-	-	-	-

ni : Nombres d'espèces dans une famille.

Fci : Fréquence centésimale exprimée en nombre d'espèces

N : Nombre d'individus dans une famille

Fc : fréquence centésimale exprimée en nombre d'individus.

- **Les Oliviers :**

On remarque d'après le tableau 14 que la fréquence centésimale appliquée au nombre d'individus révèle la dominance de la famille des Hesteridae avec 27,2%, en suite la famille des Silphidae avec 19,6 %.

En outre les Staphylinidae, les Geotrupidae enregistrent respectivement des taux avec 10,9% pour les deux.

En parallèle, les Carabidae, les Scarabaeidae et les Chrysomelidae présentent des pourcentages de (9,8%), (8,7%), (6,5%).

En fin, les familles des Tenebrionidae et Coccinellidae sont faiblement représentées avec un pourcentage qui ne franchit pas les 4,3% (pour les Tenebrionidae) et 2,2% (pour les Coccinellidae).

- **Ain Skhoun :**

On remarque d'après le tableau 14 que la fréquence centésimale appliquée au nombre d'individus révèle la dominance de la famille des Geotrupidae avec 23 % représentée, en suite la famille des Staphylinidae avec 16%, puis la famille des Scarabaeidae avec un pourcentage de 14%.

En outre les Hesteridae, les Melyridae enregistrent respectivement des taux avec 10% pour les deux.

En parallèle, les Silphidae, les Chrysomelidae et les Buprestidae présentent des pourcentages de 8%(pour Silphidae et (Chrysomelidae), 6%(pour Buprestidae).

En fin, les familles des Carabidae et Coccinellidae sont faiblement représentées avec un pourcentage qui ne franchit pas les 4% (pour les Carabidae) et 1% (pour les Coccinellidae).

- **Boudjema :**

On remarque d'après le tableau 14 que la fréquence centésimale appliquée au nombre d'individus révèle une légère dominance de la famille des Scarabaeidae avec 23,5% représentée par 4 espèces, en suite la famille des Geotrupidae avec 22,05 %.

En outre les Hesteridae, les Carabidae et les Staphylinidae enregistrent respectivement des taux avec 14,7%, 10,3%, 8,8%.

En parallèle, les Silphidae, les Chrysomelidae et les Coccinellidae présentent des pourcentages de 7,3%(pour Silphidae et Chrysomelidae), 5,9%(pour Coccinellidae).

IV. 7.6. Fréquence d'occurrence

Le tableau 15 compte les fréquences d'occurrence des espèces de coléoptères capturées dans le milieu urbain et suburbain de la ville de Bejaia avec les différentes méthodes d'échantillonnages dans les six stations d'étude.

Tableau 15 : Les fréquences d'occurrence des espèces de coléoptères capturées dans les six stations.

Espèces	EL-khmis	R.U Iheddaden	Campus T.O	Les Oliviers	Ain Skhoun	Boudjema	FO%	Constance
<i>Ocypus Olens</i>	1	1	1	1	1	1	100,00	Omn
<i>Scarabaeus semipunctatus</i>	0	0	0	1	1	1	50,00	Con
<i>Carabus Intricatus</i>	0	0	0	1	1	1	50,00	Con
<i>Carabus Cancellatus</i>	0	0	0	5	0	0	83,33	Rég
<i>Erodium sp</i>	0	1	1	1	0	0	50,00	Con
<i>Saprinus sp</i>	0	1	0	1	1	1	66,67	Rég
<i>Silpha sp</i>	0	0	0	1	1	1	50,00	Con
<i>Chlaenius emarginatus</i>	1	1	1	1	0	0	66,67	Rég
<i>Tropinota Squalida</i>	0	0	0	1	1	1	50,00	Con
<i>Trypocopris vernalis</i>	0	0	0	1	1	1	50,00	Con
<i>Timarcha Nicaeensis</i>	0	0	0	1	1	1	50,00	Con
<i>Trichodes Alvearius</i>	1	1	1	0	0	0	50,00	Con
<i>Trox Perlatus</i>	1	1	1	0	0	0	50,00	Con
<i>Coccinella septempunctata</i>	1	1	1	1	1	1	100,00	Omn
<i>Sitonia humeralis</i>	0	1	1	0	0	0	33,33	Acc
<i>Psilothrix viridicoerulea</i>	0	1	0	0	1	0	33,33	Acc
<i>Amara apricaria</i>	0	0	3	0	0	0	50,00	Con
<i>Ontophagus Coenobita</i>	0	0	0	0	1	0	16,67	Rar
<i>Gonocephalum spl</i>	1	0	0	0	0	0	16,67	Rar
<i>Sphenoptera sp</i>	0	0	0	0	1	0	16,67	Rar
<i>Pentodon sp</i>	0	0	1	0	0	1	33,33	Acc
<i>Adalia Bipunctata</i>	1	1	1	0	0	0	50,00	Con

Acc : Espèce accessoire.

Omn : Espèce omniprésente.

Con : Espèce constante.

Rég : Espèce régulière.

Rar : Espèce rare.

Sur un totale de 22 espèces, seulement 2 espèces sont omniprésentes à savoir, *Ocypus Olens* et *Coccinella septempunctata* (Tableau 15). Ce qui est à signaler est le fait que les mêmes espèces ont la même fréquence d'occurrence en passant d'un milieu à un autre (urbain a suburbain).

La station des oliviers présente une seule espèce régulière (milieu suburbain) qui est *Carabus Canceatulls* avec une fréquence d'occurrence de 83,33 % (Tableau15).

La majorité des espèces constantes sont représentées par 13 espèces (6 espèces dans le milieu urbain et 7 espèces dans le milieu suburbain) avec une fréquence d'occurrence qui se variée entre 50% et 66,67% à savoir : *Scarabaeus semipunctatus*, *Carabus Intricatus*, *Saprinus* sp, *Silpha* sp, *Tropinota Squalida*, *Trypocopris vernalis*, *Timarcha Nicaeensis* (milieu suburbain), *Trichodes Alvearius*, *Trox Perlatus*, *Amara apricaria*, *Adalia Bipunctata*, *Chlaenius emarginatus*, *Erodium* sp (milieu suburbain). Voir tableau 15.

Alors que les espèces accessoires sont présentées que par 3 espèces, qui sont : *Pentodon* sp, *Psilothrix viridicoerilea*, *Sitonia humeralis*, avec un pourcentage de 33,33% (Tableau 15).

Le milieu urbain et le milieu suburbain abritent respectivement 1 et 2 espèces rares, avec un pourcentage de 16,67% à savoir : *Gonocephalum* sp1 (milieu urbain), *Ontophagus Coenobita*, *Sphenoptera* sp (milieu suburbain). Voir tableau 15.

Tableau 16 : Les fréquences d'occurrence des espèces des coléoptères capturés dans le milieu urbain et le milieu suburbain.

Espèces	FO (Milieu urbain)	FO (Milieu suburbain)
<i>Ocypus Olens</i>	Omniprésente (100%)	Omniprésente (100%)
<i>Scarabaeus semipunctatus</i>	Rare (0%)	Omniprésente (100%)
<i>Carabus Intricatus</i>	Rare (0%)	Omniprésente (100%)
<i>Carabus Cancellatus</i>	Rare (0%)	Accessoire (33,33%)
<i>Erodium sp</i>	Régulière (66,66%)	Accessoire (33,33%)
<i>Saprinus sp</i>	Accessoire (33,33%)	Omniprésente (100%)
<i>Silpha sp</i>	Rare (0%)	Omniprésente (100%)
<i>Chlaenius emarginatus</i>	Omniprésente (100%)	Accessoire (33,33%)
<i>Tropinota Squalida</i>	Rare (0%)	Omniprésente (100%)
<i>Trypocopris vernalis</i>	Rare (0%)	Omniprésente (100%)
<i>Timarcha Nicaeensis</i>	Rare (0%)	Omniprésentes (100%)
<i>Trichodes Alvearius</i>	Omniprésente (100%)	Rare (0%)
<i>Trox Perlatus</i>	Omniprésente (100%)	Rare (0%)
<i>Coccinella septempunctata</i>	Omniprésente (100%)	Omniprésente (100%)
<i>Sitonia humeralis</i>	Régulière (66,66%)	Rare (0%)
<i>Psilothrix viridicoerulea</i>	Accessoire (33,33%)	Accessoire (33,33%)
<i>Amara apricaria</i>	Accessoire (33,33%)	Rare (0%)
<i>Ontophagus Coenobita</i>	Rare (0%)	Accessoire (33,33%)
<i>Gonocephalum spl</i>	Accessoire (33,33%)	Rare (0%)
<i>Sphenoptera sp</i>	Rare (0%)	Accessoire (33,33%)
<i>Pentodon sp</i>	Accessoire (33,33%)	Accessoire (33,33%)
<i>Adalia Bipunctata</i>	Omniprésente (100%)	Rare (0%)

Ce tableau présente la fréquence d'occurrence (FO) de 22 espèces de coléoptères dans deux milieux différents (urbain et suburbain). La FO est classée en 4 catégories : omniprésente (100%), régulière (66,66%), accessoire (33,33%), rare (0%). (Tableau 16)

De manière générale, on peut observer que certaines espèces sont omniprésentes (100%) dans les deux milieux, comme *Ocypus Olens*, *Coccinella septempunctata*. Cela indique que ces espèces sont bien adaptées à vivre à la fois en milieu urbain et suburbain. (Tableau 16)

D'autres espèces, comme *Scarabaeus semipunctatus*, *Carabus Intricatus*, *Silpha* sp, *Tropinota Squalida*, *Trypocopris vernalis*, *Timarcha Nicaeensis*, sont omniprésentes en milieu suburbain (100%) mais rares en milieu urbain (0%). Cela suggère que ces espèces préfèrent les environnements plus naturels et moins urbanisés. (Tableau 16)

A l'inverse, certaines espèces comme *Adalia Bipunctata*, *Trichodes Alvearius*, *Trox Perlatus* sont omniprésentes en milieu urbain (100%) mais rares en milieu suburbain (0%), indiquant qu'elles sont mieux adaptées aux conditions de vie en ville. (Tableau 16)

On peut noter que quelques espèces comme *Pentodon* sp et *Psilothrix viridicoerulea* sont accessoires dans les deux milieux (33,33%), ce qui signifie qu'elles sont peu fréquentes. (Tableau 16)

Enfin, certaines espèces comme *Chlaenius emarginatus* est omniprésente dans le milieu urbain (100%) et accessoire dans le milieu suburbain (33,33%). On trouve aussi que *Sitonia humeralis* est présente d'une manière régulière dans le milieu urbain (66,66%) et rare dans le milieu suburbain (0%). (Tableau 16)

Cette analyse permet de mieux comprendre la répartition et les préférences écologiques de ces différentes espèces de coléoptères en fonction des deux milieux étudiés.

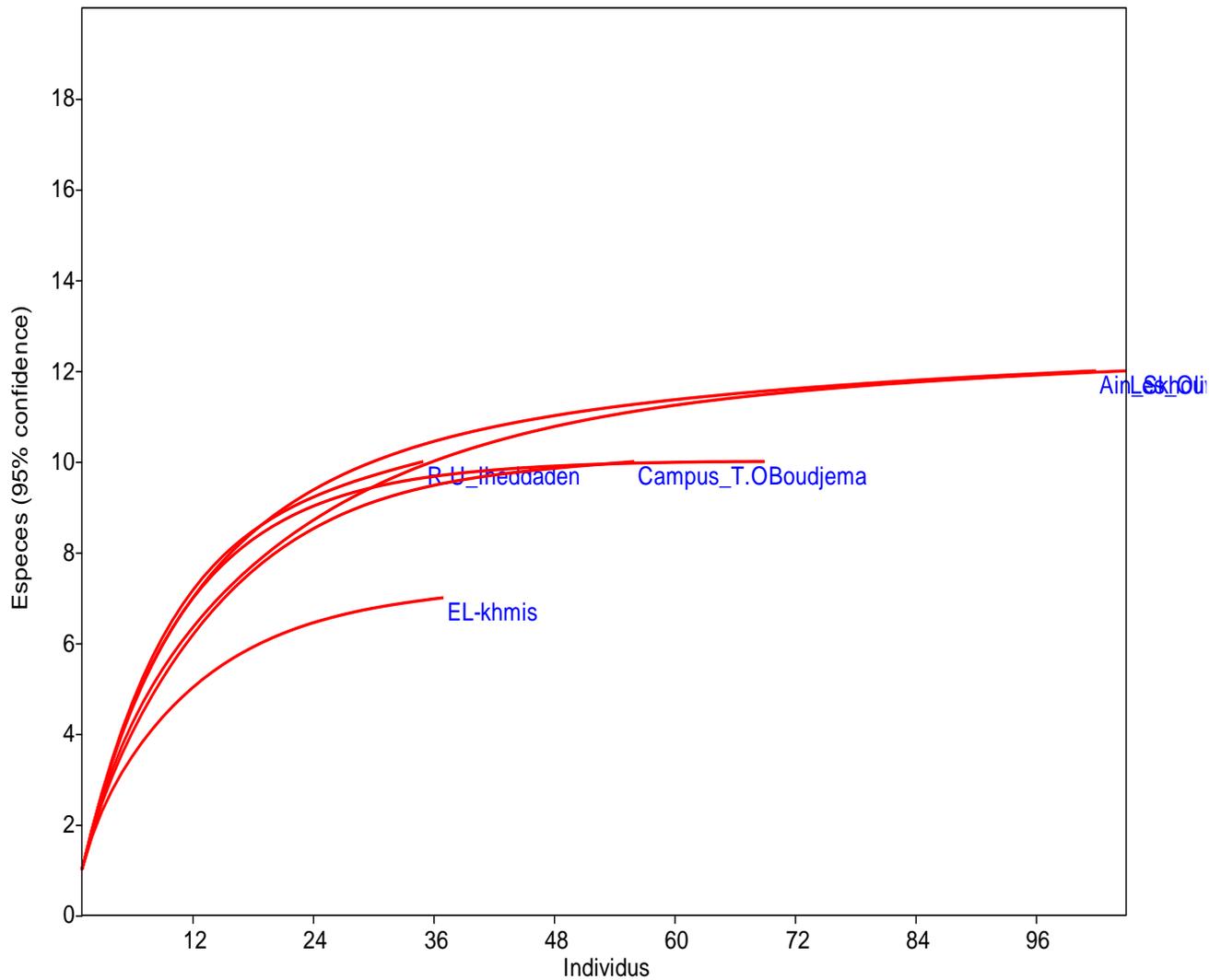


Figure 15 : Courbes de raréfaction calculées à partir de l'abondance dans les sites urbains et suburbains

Selon l'estimateur non paramétrique (Chao1) et les courbes de raréfaction basées sur les individus (Figure 15), il n'y avait pas de différences statistiquement significatives entre la richesse globale de chaque station. Ce qui explique que l'effort d'échantillonnage est très satisfaisant.

Chapitre V

Discussion

Discussion

Nous avons utilisé des assemblages de coléoptères collectés dans la ville de Bejaia, pour évaluer la manière dont les communautés de coléoptères réagissent aux habitats urbains et suburbains. Ces 22 espèces de coléoptères collectées en milieu urbain et suburbains appartiennent à 21 genres et 14 familles (Scarabaeidae, Carabidae, Staphylinidae, Coccinellidae, Trogidae, Tenebrionidae, Hesteridae, Silphidae, Geotrupidae, Chrysomelidae, Cleridae, Curculionidae, Melyridae, Buprestidae).

Quatre (4) familles sont particulièrement bien représentées parmi les coléoptères collectées ; ils sont la famille des Scarabaeidae (4 espèces), Carabidae (4 espèces), Coccinellidae (2 espèces) et Tenebrionidae (2 espèces). Dans la présente étude, tous les sites échantillonnés, les espèces de coléoptères les plus abondantes étaient : *Ocypus Olens* suivi par *Saprinus* sp, *Trypocopris vernalis* et *Silpha* sp.

Les habitats suburbains étaient les plus diversifiés, tandis que les habitats urbains étaient les moins diversifiés. *Ocypus Olens* est l'espèce de coléoptère urbaine prédominante et fréquente qui peut facilement se trouver en grande abondance dans différents sites urbains. Cette espèce était eurytopique et plus ou moins xérophile. La sécheresse des sols urbains devrait être un facteur gérable pour elle. Le succès écologique de cette espèce peut être lié à son mode d'alimentation. En effet, ce coléoptère peut facilement satisfaire ses besoins alimentaires en consommant des limaces et à bien d'autres invertébrés (vers gris, larves de tordeuses) (Chabert, 2015). Cette espèce est relativement tolérante aux perturbations environnementales, comme les changements d'utilisation des terres ou la pollution (Niemelä, 1993). *Ocypus olens* à un cycle de vie court, avec une maturité sexuelle rapide, les femelles peuvent pondre jusqu'à 50 œufs à la fois, permettant des populations importantes (Saunders et Bingham, 1979).

Dans plusieurs pays, de nombreux auteurs ont mentionné que l'espèce *Ocypus Olens* était associée aux espaces urbains (Balog et Marko, 2007 ; Magura et al, 2010 ; Elek et Lövei, 2007), et supposaient que sa prédominance est très probablement dû à l'effet fortement sélectif de certains facteurs d'habitats urbains, qui favorisent les espèces bien adaptées à des habitats appauvris. Selon Lott et Anderson (2011), la répartition de l'espèce *Ocypus olens* couvre la France et présente en Europe occidentale et en Afrique du Nord.

Dans les habitats suburbains, *Trypocopris vernalis*, *Saprinus* sp et *Silpha* sp étaient les plus abondants et les plus fréquents. Ailleurs la même tendance était observée dans

plusieurs écosystèmes naturels. Des résultats similaires ont été rapportés par **Ishitani et al. (2003)** en Japon qui examinaient les effets de l'urbanisation sur les populations de coléoptères et constatent une diminution de la diversité des coléoptères dans les zones urbanisées. L'étude de **Sadler et al. (2006)** (Royaume-Uni) sur l'impact des zones urbaines sur la biodiversité des coléoptères, montre une réduction de la diversité des coléoptères dans les environnements fortement urbanisés. L'étude comparative sur l'évaluation de la diversité et la composition des insectes dans les zones rurales et urbaines du Kerala (Inde), montre que la zone rurale abrite le plus grand nombre d'espèces, tandis que le nombre minimum d'espèces a été enregistré dans la zone urbaine (**Sruthi et Roopavathy, 2022**).

Dans toutes les études citées ci-dessus les espèces inventoriées dans notre étude ont été mentionnées, où nous avons trouvés des espèces dominantes et diversifiées dans chaque milieu étudié (urbain et suburbain). Le succès écologique de ces espèces peut être expliqué par leur cycle de vie et reproduction, *Trypocopris vernalis* présente un cycle de vie rapide avec une forte fécondité (**Berthet, 1968**). En termes de la capacité de dispersion, *Saprinus* sp a une capacité de vol développée, favorisant la colonisation de nouveaux milieux (**Jelínek et Lackner, 2019**). La taille et la morphologie sont aussi un facteur qui contribue dans le succès écologique, *Silpha* sp est un grand coléoptère, doté de fortes mandibules et d'un exosquelette protecteur, ces caractéristiques confèrent à cette espèce un avantage prédateur et défensif (**Šerić Jelaska et al, 2014**). Le couvert végétal riche des sites suburbains (Les oliviers, Ain skhoun et Boudjema) est un autre facteur du succès écologique des espèces mentionnées, créant d'excellents habitats parfaitement exposés au soleil. Dans les habitats urbains (RU Iheddaden, El khmis et Campus TO) la dominance de certaines espèces est due aux conditions d'habitats qui sont favorables pour leur installation, d'autant plus que les surfaces planes caractérisent tous les sites échantillonnés.

Les courbes de raréfaction des coléoptères pour les habitats urbains et suburbains révèlent que les données obtenues représentent des communautés de coléoptères qui peuvent être collectées à la fois avec méthodes de pièges (Pots barber, le filet fauchoir, le parapluie japonais et la collecte manuelle).

Selon l'estimateur non paramétrique (Chao1) et les courbes de raréfaction basées sur les individus, il n'y avait pas de différences statistiquement significatives entre la richesse globale de chaque station. Ce qui explique que l'effort d'échantillonnage est très satisfaisant.

Cette étude montre des différences dans la richesse spécifique, paramètres d'abondance et d'indice de diversité des communautés de coléoptères des habitats urbains et suburbains. Les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver étaient élevées dans les habitats suburbains par rapport aux habitats urbains. Parallèlement, l'indice d'équitabilité entre les deux habitats était plus ou moins modéré. L'abondance de quelques espèces de coléoptères contribue à une diminution de la diversité et les valeurs d'équitabilité, la dominance d'*Ocypus Olens* dans les habitats urbains et *Saprinus* sp dans les habitats suburbains.

Les espèces trouvées dans les habitats suburbains mais absentes dans les habitats urbains pourraient être typiques à des habitats naturels qui n'ont pas été touchés par les activités humaines, comme espèces associées aux forêts entourant la ville de Bejaia, comme les familles Silphidae, Geotrupidae, Chrysomelidae, Buprestidae. Cette association peut indiquer, d'une part, que la faune de coléoptères de nos habitats urbains est l'une des un sous-ensemble simplifié ou imbriqué de la faune de coléoptères de nos habitats suburbains et, d'autre part, que les habitats suburbains agissent comme sources d'espèces et occupent des habitats puits présents dans la zone urbaine.

Ce que nous avons observé en général dans cette étude est que l'urbanisation a eu un impact considérable sur la structure et la composition des communautés de coléoptères. Ces changements sont dus, en grande partie, aux différentes caractéristiques des zones urbaines et habitats suburbains. Dans les habitats urbains, la plupart des sites échantillonnés étaient des constructions manufacturières qui souffrent de grandes étendues de béton, ne laissant que de petites de parcelles de végétations pour s'installer. Un autre facteur qui pourrait contraindre le développement des communautés de coléoptères est la structure et homogénéisation des plantes sur différents sites urbains. Cette homogénéisation des plantes élimine la variation naturelle des espèces de coléoptères.

D'un autre côté, les habitats suburbains sont peu ou pas impactés par l'activité humaine, et la végétation est dans son ensemble, de la nature indigène. La complexité de cet habitat (présence de plusieurs strates) devrait fournir davantage de sites de nidification et d'alimentation et un approvisionnement alimentaire plus important. Selon (**Bense, 1995**) les arbres servent comme sites de nidification importants pour de nombreuses espèces de coléoptères, et les arbres colonisés par certains Buprestes (Buprestidae) qui creusent des galeries dans l'écorce et le bois des arbres pour y prendre leurs œufs.

Conclusion

Conclusion

La diversité des insectes coléoptères est un élément essentiel dans la dynamique et le fonctionnement des écosystèmes. Notre travail d'évaluation de la diversité des coléoptères dans la ville de Bejaïa a permis d'enrichir les connaissances sur ce groupe d'insectes.

L'étude est menée dans deux habitats de la ville de Bejaïa, présentant des caractéristiques différentes des milieux (milieu urbain et milieu suburbain).

Ce travail a permis de dresser en premier lieu une liste de 22 espèces inventoriées réparties sur 14 familles et 21 genres. Les familles dominantes dans le milieu suburbain sont :

- Geotrupidae avec 48 individus.
- Hesteridae avec 48 individus
- Les Silphidae avec 41 individus.

Tandis que dans le milieu urbain, la famille Staphylinidae est la plus abondante avec 47 individus.

Nos résultats montrent que l'urbanisation affecte la structure et la composition des communautés de coléoptères. La faune de coléoptères des habitats urbains compte moins d'espèces que celle des habitats suburbains. *Ocypus Olens* est l'espèce de coléoptères prédominante et fréquente dans les habitats urbains avec 47 individus. Dans les habitats suburbains, *Trypocopris vernalis*, *Saprinus* sp, *Silpha* sp, étaient les plus abondants et les plus fréquents respectivement avec 48, 48, 41 individus. Nos résultats suggèrent un renouvellement essentiel des espèces de coléoptères entre les habitats urbains et suburbains en raison des caractéristiques des habitats urbains et suburbains.

Ces résultats peuvent être utilisés pour élaborer un plan de gestion visant à conserver la biodiversité en milieu urbain et suburbain.

D'autres études doivent être menées sur d'autres milieux urbains et suburbains en Algérie, d'une part dans l'objectif d'établir des listes d'espèces de coléoptères présentes et d'autre part pour dégager les renseignements nécessaires afin que des mesures rapides soient prises pour mieux gérer et protéger ces milieux

Références

Bibliographiques

-A-

- **Aissat, L. (2010).** Évaluation et caractérisation de la faune des milieux insulaires de la région de Jijel. Mémoire de Magister en analyse de l'environnement et biodiversité, Bejaia, université de Bejaia.
- **Alberti, M. (2008).** *Advances in Urban Ecology: Integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems.* New York, NY: Springer.
- **Alberti, M. (2017).** *Advances in Urban Ecology: Integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems.* Cham, Switzerland: Springer. *Building of Cities. Ecological Economics*, 86, 156-166.
- **Alonso, C. (2021).** *Coléoptères Dermestidae de France continentale et de Corse.* Éditions Biotope, Mèze.
- **Angel, S., Parent, J., & Civco, D. L. (2011).** *The Dynamics of Global Urban Expansion.* Washington, DC: World Bank.
- **Anonyme, (2018).** *World Urbanization Prospects 2018: Highlights (ST/ESA/SER.A/421).* Département des affaires économiques et sociales, Division de la population, Nations Unies.
- **Anonyme, (2021).** Office national de la météorologie en Algérie.

-B-

- **Balog, A. et Marko, V. (2007).** *Activité saisonnière et spatiale d'Ocypus olens (Müller)(Coleoptera : Staphylinidae) en habitat urbain.* *Annales de la Société entomologique de France*, 43(2), 217-221.
- **Barbault, R. (1981).** *"Écologie des populations et des peuplements : des théories aux faits".* Masson, Paris.
- **Blondel, J. (1975).** *"L'analyse des peuplements d'oiseaux, éléments d'un diagnostic écologique".* *La Terre et la Vie*, 29(4), 533-589.

- **Blondel, J. (1979).** "Biogéographie et écologie". Masson, Paris.
- **Bouchard, P. (Ed.). (2011).** Biology of the Coleoptera. CRC Press.
- **Boukli, H., S. 2012.** Bioécologie des Coléoptères (Arthropodes-Insectes) du marais salé de l'embouchure de la Tafna (Tlemcen). Diplôme de Doctorat en Ecologie animale, Université de Tlemcen, 159 P.
- **Buse, J., Entling, M. H., & Ranius, T. (2016).** Conserving biodiversity in cultural landscapes: Importance of traditional ecological knowledge. Landscapes and urban planning, 151, 88-95.

-C-

- **Céréghino, R., Boutet, V., Compin, A., & Decamps, H. (2015).** The role of beetles in the quality control of emmental cheese. Journal of Dairy Science, 98(7), 4434-4442.
- **Chabert, P. (2015).** Le staphylin odorant (*Ocypus olens*), un prédateur généraliste au service de l'agriculture. Phytome, (684), 28-31.
- **Chao, A. (1984).** "Nonparametric estimation of the number of classes in a population". Scandinavian Journal of Statistics, 11(4), 265-270.
- **Charrier, S. (2003).** Clé de détermination des Coléoptères Lucanides et Scarabéides de Vendée et de l'Ouest de la France. Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, Nantes.
- **Colding, J., & Barthel, S. (2013).** The Potential of 'Urban Green Commons' in the Resilience.

-D-

- **Dajoz, R. (1971).** Précis d'écologie. 2e édition. Dunod.
- **Dajoz, R. (1985).** Précis d'écologie. 5e édition. Bordas.
- **Dajoz, R. (2003).** Précis d'écologie. 8e édition. Dunod.

- Données pluviométriques historiques de la station météorologique de Bejaïa, Agence nationale des ressources hydrauliques, 2022.
- **DU Chatenet. G. 2005.** Coléoptères d'Europe, Carabes, Carabiques et Dytiques. Tome 1. Adepaha. N.A.P. éditions.1-359p
- **Du Merle.P. ; Mazert. 1990.** Dynamique intracyclique d'une population méditerranéenne de tordeuse verte du chêne, *Tortrix viridana* (Lepidoptera : Tortricidae). *Ecol. medit.* 16, 73-91.
- **D-maps.com. (2024).** Cartes gratuites, cartes de contours, cartes de base.

-E-

- **Elek, Z. et Lövei, GL (2007).** Modèles d'assemblages de coléoptères terrestres (Coleoptera : Carabidae) le long d'un gradient d'urbanisation au Danemark. *Acta Oecologica*, 32(1), 104-111.

-F-

- **Farrell, B. D., Dussourd, D. E., & Mitter, C. (2001).** Escalation of plant defense: do latex and resin canals spur plant diversification?. *American Naturalist*, 158(S4), S53-S64.
- **Faurie, C., Ferrá, C., Medori, P., Devaux, J. et Hemptinne, J.L. (1980).** *Écologie : approche scientifique et applications.* McGraw-Hill, Paris.

-G-

- **Gandy, M. (2006).** Urban Constellations: Reflections on Urbanization, Ecological Crises, and the Search for Sustainable Development. *Housing and Society*, 33(2), 113-128.
- **Gaston, K. J., & Fuller, R. A. (2008).** Commonness, population depletion and conservation biology. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(1), 14-19.
- **Gauthier, G. (2002).** *Dictionnaire étymologique des mots français d'origine latine et grecque.* Paris : Larousse.

➤ **Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. (2013).** A primer of ecological statistics. Sinauer Associates.

➤ **Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008).** Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), 756-760

-H-

➤ **Holter, P. (2016).** "Herbivore dung as food for dung beetles". *Ecological Entomology*, 41(4), pp.367-377.

➤ **Homburg, K., & Homburg, M. (2019).** The role of beetles in waste degradation. *Journal of Environmental science and Management*, 24(2)45-58.

➤ **Hörnschemeyer, T. 2005.** Archostemata Kolbe, 1908.

-I-

➤ **Ishitani, M., Kotze, D.J. & Niemelä, J. (2003).** Changes in carabid beetle assemblages across an urban-rural gradient in Japan. *Ecography*, 26(4), 481-489.

-J-

➤ **Jäch.M. Beutel, J. A. Delgado and J. A. Diaz. 2005.** Hydraenidae Mulsant, 1844. Pp. 224– 251. In R. G. Beutel and R. A. B. Leschen (Eds). *Handbook of Zoology. A Natural History of the Phyla of the Animal Kingdom. Volume IV. Arthropoda : Insecta. Part 38. Coleoptera,*

➤ **Joy, N.H. (1932).** "A Practical Handbook of British Beetles". H.F. & G. Witherby, London.

-K-

- **Kowarik, I. (2011).** Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*, 159(8-9), 1974-1983.

-L-

- **Lagarde, M. (2022).** "Les carabes, cychres et calosomes des régions armoricaines : une clé de détermination". Éditions Biotope.
- **Lawrence, J. F., & Newton Jr, A. F. (1995).** Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). In *Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera* (pp. 779-1006). Museum of Comparative Zoology.
- **Lott, D. A. & Anderson R., 2011.** The Staphylinidae (rove beetles) of Britain and Ireland, Parts 7 & 8: Oxyporinae, Steninae, Euaesthetinae, Pseudopsinae, Paederinae, Staphylininae. *Handbooks for the identification of British Insects. Vol. 12 Part 7.* Royal Entomological Society. 340 p.

-M-

- **Maclaurin, J., & Sterelny, K. (Eds.). (2008).** What is biodiversity?. University of Chicago Press.
- **Maddison, D. R., W. Moore, M. D. Baker, T. M. Ellis, K. A. Ober, J. J. Cannone and R. R. Gutell. 2009.** Monophyly of terrestrial adephagan beetles as indicated by three nuclear genes (Coleoptera: Carabidae and Trachypachidae). *Zoologica Scripta* 38: 43–62.
- **Magura, T., Lövei, GL et Tóthmérész, B. (2010).** L'urbanisation diminue-t-elle la diversité des assemblages de coléoptères (Carabidae) ?. *Écologie mondiale et biogéographie*, 19(1), 16-26.

- **Marzluff, J. M., Shulenberger, E., Endlicher, W., Alberti, M., Bradley, G., Ryan, C. ... & ZumBrunnen, C. (2008).** Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction between Humans and Nature. New York, NY: Springer.
- **McDonnell, M.J., Pickett, S.T.A., Stewart, T.A., Mark, J., Cronon, W.J ET et Likens, G.E. 1997.** Humans as component of ecosystems: the ecology of subtle human effects and populated areas. P 9-23.
- **McHugh, J. V., & Liebherr, J. K. 2009.** Coleoptera:(Beetles, Weevils, Fireflies). In Encyclopedia of Insects. pp. 183-201. Academic Press.
- **McKenna, D. D., Farrell, B. D., & Caterino, M. S. (2009).** Phylogenetic relationships of the suborders of Coleoptera (Insecta). Cladistics, 25(4), 359-368.
- **McKinney, M. L. (2006).** Urbanization as a Major Cause of Biotic Homogenization. Biological Conservation, 127(3), 247-260.

-N-

- **Niemelä, J., Breuste, J. H., Guntenspergen, G., McIntyre, N. E., & Elmqvist, T. (Eds.). (2011).** Urban Ecology: Patterns, Processes, and Applications. Oxford, UK: Oxford University Press.
- **Nigel E. ET S tork. 2008.** Biodiversité. Coleoptera C ooperative Research Centre for Tropical Rainforest Ecology and Management at James Cook University, Australia
- **Niemelä, J. (1993).** Interspecific competition in ground-beetle assemblages (Carabidae): what have we learned?. Oikos, 66(2), 325-335.

-P-

- **Pickett, S. T., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Nilon, C. H., Pouyat, R. V., Zipperer, W. C., & Costanza, R. (2001).** Urban ecological systems: Linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. Annual review of ecology and systematics, 32(1), 127-157.

➤ **Ponel, P. (1983).** "Contribution à l'étude des Coléoptères des Alpes Maritimes et de Provence". Université d'Aix-Marseille III, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme.

-R-

➤ **Ramade, F. (1994).** "Éléments d'écologie : écologie fondamentale". McGraw-Hill, Paris.

➤ **Roger, J.-L. (1992).** Clé de détermination des Carabides. INRA SAD Paysage, Rennes.

-S-

➤ **Sala, O. E., Chapin III, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., ... & Kinzig, A. (2000).** Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459), 1770-1774.

➤ **Sadler, J.P., Small, E.C., Fiszpan, H., Telfer, M.G. and Niemelä, J., 2006.** Investigating environmental variation and landscape characteristics of an urban–rural gradient using woodland carabid assemblages. *Journal of Biogeography*, 33(6), pp.1126-1138.

➤ **Schlick-Steiner, B. C., Steiner, F. M., Moder, K., Bruckner, A., Fiedler, K., & Christian, E. (2006).** Assessing ant assemblages (Hymenoptera, Formicidae) in a severe alpine land use gradient. *Myrmecologische Nachrichten*, 8, 127-137.

➤ **SETO, K.C., FRAGKIAS, M. GÜNERALP, B. et REILLY, M. (2012).** A MetaAnalysis of Global Urban Land Expansion. *Plos one*, 8: 1-9.

➤ **Slipinski, A. 2007.** Australian Ladybird Beetles (Coleoptera: Coccinellidae) their biology and classification. Australian Biological Resources Study. Sociétés de sciences naturelles. Louis jean imp. 226p.

➤ **Sruthi, D. S., & Roopavathy, J. (2022).** A Comparative Study on the Assessment of Insect Species Composition in Rural and Urban Areas of Selected Districts in Kerala, India. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, 5(4), 1238-1245.

➤ **Saunders, D. S., & Bingham, R. A. (1979).** The life cycle of *Ocypus olens* (Müller) (Coleoptera: Staphylinidae) in England. *Ecological Entomology*, 4(3), 395-408.

ANNEXES



Genre : Gonocephalum
Familles : Tenebrionidae
Espèce : *Gonocephalum* sp1



Genre : Pentodon
Familles : Scarabaeidae
Espèce : *Pentodon* sp



Genre : Adalia
Famille : Coccinellidae
Espèce : *Adalia bipunctata*



Genre : Sphenoptera
Famille : Buprestidae
Espèce : *Sphenoptera* sp



Genre : Onthophagus
Famille : Scarabaeidae
Espèce : *Onthophagus coenobita*



Genre : Amara
Famille : Carabidae
Espèce : *Amara apricaria*



Genre : Psilothrix
Famille : Melyridae
Espèce : *Psilothrix viridicoerulea*



Genre : Sitonia
Famille : Curculionidae
Espèce : *Sitonia humeralis*



Genre : Coccinella
Famille : Coccinellidae
Espèce : *Coccinella septempunctata*



Genre : Trox
Famille : Trogidae
Espèce : *Trox perlatus*



Genre : Trichodes
Famille : Cleridae
Espèce : *Trichodes alvarearius*



Genre : Timarcha
Famille : Chrysomelidae
Espèce : *Timarcha nicaeensis*



Genre : Trypocopris
Famille : Geotrupidae
Espece : *Trypocopris vernalis*



Genre : Tropinota
Famille : Scarabaeidae
Espece : *Tropinota squalida*



Genre : Chlaenius
Famille : Carabidae
Espèce: *Chlaenius emarginatus*



Genre : Silpha
Famille : Silphidae
Espece : *Silpha* sp



Genre : Saprinus
Famille : Histeridae
Espèce : *Saprinus* sp



Genre : Erosius
Famille : Tenebrionidae
Espèce : *Erosius* sp



Genre : Carabus
Famille : Carabidae
Espèce: *Carabus cancellatus*



Genre : Carabaus
Famille : Carabidae
Espèce : *Carabus antricus*



Genre :Scarabaeus

Famille : Scarabaeidae

Espèce: Scarabaeus semipunctatus



Genre : Ocypus

Famille : Staphylinidae

Espèce : Ocypus Olens

Résumé

La faune entomologique est un élément essentiel dans la dynamique et le fonctionnement des écosystèmes. Notre étude a été menée au niveau de la ville de Bejaia. Afin d'évaluer la diversité des coléoptères au niveau cette ville, de nombreuses techniques ont été utilisées : pièges Barber, le fauchage, Parapluie Japonais. L'étude a été effectuée dans deux milieux différents de la ville de Bejaïa (Milieu urbain et Milieu suburbain). Elle nous a permis d'établir une liste de 22 espèces de Coléoptères appartenant à 14 différentes familles, dont 12 espèces récoltées au niveau des stations du milieu urbain, 17 pour les stations du milieu suburbain.

Mots clés: Coléoptère, ville de Bejaïa, diversité, Faune entomologique, milieu urbain, milieu suburbain.

Abstrat

Entomological fauna is an essential element in the dynamics and functioning of ecosystems. Our study was carried out in the city of Bejaia. In order to assess the diversity of beetles in this city, numerous techniques were used: Barber traps, mowing, Japanese Umbrella. The study was carried out in two different environments in the city of Bejaïa (urban environment and suburban environment). It allowed us to establish a list of 22 species of beetles belonging to 14 different families, including 12 species collected at urban stations, 17 for suburban stations.

Keywords: Beetle, city of Bejaïa, diversity, Entomological fauna, urban environment, suburban environment.

ملخص

تعد الحيوانات الحشرية عنصراً أساسياً في ديناميكيات النظم الإيكولوجية وعملها. أجريت دراستنا بمدينة بجاية. من أجل تقييم تنوع الخنافس في هذه المدينة، تم استخدام العديد من التقنيات: مصائد الحلاقة، القص، المظلة اليابانية. أجريت الدراسة في بيئتين مختلفتين بمدينة بجاية (البيئة الحضرية وبيئة الضواحي). لقد سمح لنا ذلك بإنشاء قائمة تضم 22 نوعاً من الخنافس تنتمي إلى 14 عائلة مختلفة، بما في ذلك 12 نوعاً تم جمعها في المحطات الحضرية، و17 نوعاً تم جمعها في محطات الضواحي.

الكلمات المفتاحية: الخنافس، مدينة بجاية، التنوع، الحيوانات الحشرية، البيئة الحضرية، بيئة الضواحي.