الجمهوريـــــة الجزائريـــــة الديمقراطيـــة الشعبيـــة

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليـــــم العالـــــي والبحـــث العلمـــي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعـــــة الشهيـــد الشيـــخ العربـــي التبســـي-تبـــسة

UNIVERSITÉ ECHAHID CHEIKH LARBI TÉBESSI – TÉBESSA-

Faculté des Sciences Exactes et Sciences de La Nature et de La Vie

Département : Êtres Vivants

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master

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

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie

Thème :

Les coléoptères de quelques habitats et biotopes de la région de Tébessa

Présente par :

Mebarki Nourhane

Les jurys :

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

Année universitaire :

2024/2025

Remerciment

Avant tout, je rends grâce à Dieu Tout-Puissant pour m'avoir accordé la force, la patience et la persévérance tout au long de mon parcours universitaire, en général, et durant cette année Particulièrement. Je suis profondément reconnaissante d'avoir vécu cette expérience et d'être parvenue à ce stade grâce à Sa sagesse, Sa bienveillance et Sa générosité.

J'adresse mes plus sincères remerciements à ***Madame Amri Cherine****, qui a grandement contribué à la réussite de ce travail. Elle n'a ménagé aucun effort pour m'encadrer, me conseiller et m'accompagner avec patience, bienveillance et professionnalisme. Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude et de mon respect.*

Je remercie également ***Madame Benarfa Noudjoud*** *d'avoir accepté de présider le jury, ainsi que* ***Madame Sbiki Majda*** *pour l'examen attentif de ce travail et pour le temps précieux qu'elle y a consacré. Leur implication et leur intérêt sont très appréciés.*

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et ma fierté d'appartenir à ***la Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie – Université Larbi Tébessi de Tébessa.*** *Cette institution a été le cadre de ma formation tout au long de mes années d'études, et je remercie tous les enseignants pour la qualité de leur enseignement et leur disponibilité constante.*

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur ***Mebarki Kamal****, qui a eu la gentillesse de m'accorder l'accès à ses terres pour la réalisation de la partie pratique de mon travail de fin d'études. Je remercie également Mademoiselle* ***Zderi Nassira*** *et Mademoiselle* ***Anfal*** *pour leur soutien sincère et leur accompagnement tout au long de cette étape. Mes remerciements vont aussi à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réussite de ce travail et de mon parcours universitaire.*

Dédicace

À la mémoire de mon cher grand-père, cet homme au cœur tendre qui n'a jamais cessé de me soutenir, de croire en moi et de partager ma joie à chaque réussite. Ton amour et tes encouragements continuent de m'accompagner malgré ton absence. Que Dieu t'accorde t'accueille en Son vaste paradis.

À moi-même, cette petite fille encore cachée au plus profond de mon cœur, celle qui rêve grand et porte des espoirs infinis, puisse-tu grandir avec douceur et réaliser tous tes rêves les plus chers.

Au premier amour de ma vie, à celui qui a porté mon nom sur son épaule et est devenu pour moi une patrie, à mon soutien dans les moments de fatigue, à ma côte solide lorsque je vacillais, à ***mon père,*** *qui ne s'est jamais courbé par faiblesse, mais s'est courbé pour me protéger. Il a semé sur mon chemin la lumière de sa détermination, et m'a abreuvé de sa patience jusqu'à ce que je devienne fort. Tu restes pour moi une fierté éternelle et une prière Exaucée. Et à celle sous les pieds de qui se trouve le paradis, au battement de mon cœur et à la paix de mon âme, à* ***ma mère****, qui ne m'a jamais privée d'une prière, ni oubliée un instant mon confort, à ma princesse… Maman, tu es ma clairvoyance lorsque les jours deviennent flous, et ta voix corrige mon chemin chaque fois que je m'égare.*

À mes frères et sœurs bien-aimés : ***Taha****,* ***Mounir****,* ***Roudaina*** *et* ***Layan****, compagnons de route et soutien de ma vie, vous êtes la lumière qui éclaire chacun de mes pas.*

À celles et ceux qui ont partagé avec moi les plus beaux jours de mon enfance : ***Ismahane, Wafaa, Wassal, Jihan, Ikram. Douaa et Aya****. Vous avez toujours été la lumière qui a éclairé mes chemins, le soutien sincère qui m'a entourée d'un amour inestimable,*

Merci d'avoir été une part inoubliable de ma vie, et parce que votre présence a rendu mes jours plus beaux et plus fort. À mes chers amis qui ont rempli ma vie de rires inoubliables et de précieux souvenirs : ***Nour El Houda, Houba, Anfal, Amal et Alfa****, merci d'avoir été et d'être toujours une partie de mon cœur.*

À ***Chamchoun****,* ***Zorouk, Kazouza*** *et* ***Bchabech****, avec qui j'ai partagé les plus beaux moments et des souvenirs éternels.*

"À ***Asma****, qui ne m'a jamais privée de ses conseils sincères, toujours présente avec sagesse et bienveillance. Merci pour ta générosité et la pureté de ton cœur.*

Et enfin, à tous ceux qui m'ont aidée et soutenue, à mes côtés avec Encouragements et soutien, je vous adresse du fond du cœur mes plus sincères remerciements et ma profonde gratitude. Vous êtes la raison de ce succès.

Résumé

Cette étude, menée entre décembre 2024 et avril 2025 dans la wilaya de Tébessa (est de l'Algérie), visait à évaluer la diversité des coléoptères terrestres dans deux écosystèmes contrastés : un agroécosystème (Rokka) et un écosystème forestier (forêt de Chaâchaâ). L'échantillonnage, réalisé par pièges Barber et chasse à vue sur quatre stations, a permis de recenser 1822 individus répartis en 9 familles, dominées par les Tenebrionidae (36,92 %) et les Chrysomelidae (16,84 %).

Les indices de Hill et Chao1 ont révélé une diversité maximale en avril ($q_0 = 8$; $q_1 = 5,06$; $q_2 = 4,43$; Chao1 = 8) et minimale en janvier ($q_1 = 3,19$; $q_2 = 2,61$). Les stations forestières (Oum Ali) ont été les plus riches en individus (70,77 %) comparées aux stations agricoles (Bir El Ater). La station ST1 a présenté la plus grande richesse spécifique ($q_0 = 7$), tandis que les plus fortes dominances ont été observées dans les stations agricoles, traduisant une forte abondance de quelques espèces dominantes.

Mots Clés : Coléoptères terrestres ; écosystème agricole ; écosystème forestier ; indicateurs de Hill ; indice chao1 ; biodiversité.

Abstract

This study, conducted between December 2024 and April 2025 in the Tébessa region (eastern Algeria), aimed to assess the diversity of ground beetles in two contrasting ecosystems: an agroecosystem (Rokka) and a forest ecosystem (Chaâchaâ forest). Sampling was carried out using Barber traps and visual hunting across four stations, allowing the collection of 1,822 individuals belonging to 9 families, dominated by Tenebrionidae (36.92%) and Chrysomelidae (16.84%).

Hill and Chao1 indices revealed maximum diversity in April ($q_0 = 8$; $q_1 = 5.06$; $q_2 = 4.43$; Chao1 = 8) and minimum diversity in January ($q_1 = 3.19$; $q_2 = 2.61$). Forest stations (Oum Ali) were the richest in individuals (70.77%) compared to agricultural stations (Bir El Ater). Station ST1 showed the highest species richness ($q_0 = 7$), while the highest dominance values were observed in agricultural stations, reflecting the strong abundance of a few dominant species.

Keywords: Ground beetles; agricultural ecosystem; forest ecosystem; hill diversity indices; chao1 index; biodiversity.

الملخص

أُجريت هذه الدراسة بين ديسمبر 2024 وأبريل 2025 في ولاية تبسة، الواقعة في شرق الجزائر، وهدفت إلى تقييم تنوع الخنافس الأرضية ضمن نظامين بيئيين متباينين: نظام زراعي (منطقة الروكة) ونظام غابي (غابة الشعشاع). تم جمع العينات باستخدام مصائد باربر والصيد البصري عبر أربع محطات، وأسفر ذلك عن إحصاء 1822 فرداً موزعين على 9 عائلات، هيمنت عليها عائلتا **Tenebrionidae** بنسبة (36.92%) و **Chrysomelidae** بنسبة.(16.84%)

كشفت مؤشرات هيل (Hill) ومؤشر **Chao1** عن تنوع أعلى خلال شهر أبريل $q_0 = 8$ ؛ $q_1 = 5.06$ ؛ $q_2 = 4.43$ ؛ Chao1 = 8 ، في حين سُجّل أدنى تنوع في شهر يناير $q_1 = 3.19$ ؛ $q_2 = 2.61$ أظهرت النتائج أن المحطات الغابية (أم علي) كانت الأغنى من حيث عدد الأفراد (70.77%) مقارنة بالمحطات الزراعية (بئر العاتر). وقد سجلت المحطة ST1 أعلى قيمة في الغنى النوعي($q_0 = 7$) ، في المقابل، ظهرت أعلى مستويات الهيمنة في المحطات الزراعية، ما يدل على وفرة مرتفعة لعدد قليل من الأنواع المهيمنة.

الكلمات المفتاحية: الخنافس الأرضية؛ النظام البيئي الزراعي؛ النظام البيئي الغابي؛ مؤشرات هيل للتنوع؛ مؤشرChao1 ؛ التنوع البيولوجي .

Table de matière

Introduction 1
1. Généralités et classification 4
2. Morphologie des coléoptères 5
2.1. La tête 5
2.1.1. Les palpes maxillaires 6
2.1.2 Les pièces buccales 6
2.1.3. Les antennes 7
2.2. Le thorax 8
2.2.1. Le prothorax 8
2.2.2. Le mésothorax 8
2.2.3. Le métathorax 9
2.3. L'abdomen 9
2.3.1. Les élytres 9
2.3.2. Les ailes postérieures 9
2.4. Les pattes 9
3. Cycle de vie 10
4. Coléoptère et choix des habitats 13
5. Importances des coléoptères 14
5.2. Importance forestière 15
1. Caractérisations des sites d'études 17
1.1. Choix des sites et des stations 18
1.1.2. Rokka 19
1.1.2. Forêt « Chaâchaâ » 19
1.2. Etude climatologique 20
1.2.2. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnauls 20
1.2.3. Climagramme d'Emberger 22
2. Méthodes d'échantillonnage 24
2.1 Pièges Barber 24
2.2. Chasse à vue 25
3. Travail au laboratoire 25
4. Méthodes d'exploitation des résultats 26
4.2. Analyses statistiques 28
1. Inventaire faunistique 30
2. Etude de la biodiversité temporelle 30
2.1. Abondance absolue et relative 31
2.2. Indice de biodiversité 32

2.3. Phénologie des familles récoltées.....33
3. Etude de la biodiversité spatiale.....34
3.1. Abondances absolues et relatives.....34
3.2. Indices de biodiversité.....36
Discussion et Conclusion.....37
Conclusion.....41

Liste de figure

Figure 1 : Morphologie externe des coléoptères..... 5
Figure 2 : Morphologie externe de la tête d'un coléoptère.....6.
Figure 3 : Divers types d'antennes..... 8
Figure 4 : Patte d'un coléoptère *Dichotomius comaropensis*..... 10
Figure 5 : cycle de vie d'un Geotrupes..... 11
Figure 6 : Divers types des larves de Coléoptère 12
Figure 7 : Nymphe de longicorne..... 13
Figure 8 : localisation géographique de la Wilaya de Tébessa et positionnement des deux sites d'études (1 : Rokka, 2 : forêt Chaâchaâ)..... 17
Figure 9 : les deux stations de site Rokka (Bir El Ater)..... 19
Figure 10 : les deux stations de site de Oum Ali..... 20
Figure 11 : Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnauls pour la période 1994-2025 (Tébessa)..... 21
Figure 12 : Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnauls pour la période Avril 2024 - Mars 2025 (Tébessa) 22
Figure 13 : Emplacement de la région de Tébessa dans le climagramme d'Emberger pour la période 1994-2025..... 23
Figure 14 : Emplacement des pièges Barber dans les stations 25
Figure 15 : Les étapes de traitement des échantillons au laboratoire.....26
Figure 16 : Boîtes à moustache représentant le nombre d'individus (N) par mois. Les valeurs en cercles sont les moyennes..... 31
Figure 17 : phénogramme des familles des coléoptères pendant la période d'étude..... 33
Figure 18 : Boîtes à moustache représentant le nombre d'individus (N) par site. Les valeurs en cercles sont les moyennes..... 34

Liste de tableau

Tableau 1 : Caractéristiques des sites d'études.....18
Tableau 2 : Température moyenne et précipitation mensuelles de la région de Tébessa (1994 - 2025) (Tutiempo, 2025)..... 21
Tableau 3 : Température moyenne et précipitation mensuelles de la pério Avril 2024 - Mars 2025, Tébessa (Tutiempo, 2025)..... 22
Tableau 4 : Inventaire des familles des coléoptères dans les deux (2) sites..... 30
Tableau 5 : Abondance absolue et relative des cinq mois..... 32
Tableau 6 : Les valeurs calculées des différents indices écologiques par les mois 33
Tableau 7 : Abondance absolue (AA) et relative (AR%) dans les quatre stations d'étude, Tébessa.....35
Tableau 8 : Les valeurs calculées des différents indices écologiques par station.....36

Introduction

Les coléoptères (Coleoptera) représentent l'ordre d'insectes le plus diversifié sur Terre, comptant plus de 400 000 espèces décrites, soit environ 40 % de l'ensemble des espèces d'insectes connues (Bouchard et al., 2009). Leur grande diversité morphologique leur a permis de s'adapter à une large gamme d'environnements.

Dans les écosystèmes forestiers, on observe une grande diversité de communautés de coléoptères grâce à la présence d'une végétation complexe et de ressources organiques abondantes, offrant un habitat favorable aux espèces xylophages et saproxylophages (Grove, 2002). Quant aux milieux agricoles, ils abritent un nombre important d'espèces de coléoptères qui s'adaptent aux cycles culturaux et à la composition des sols, certaines jouant même un rôle essentiel dans la lutte biologique contre les ravageurs (Kromp, 1999).

Les sites d'étude se situent dans la wilaya de Tébessa, dans le nord-est de l'Algérie, qui est caractérisée par une grande diversité écologique, comprenant une variété d'habitats naturels et agricoles. La région couvre de vastes superficies de systèmes forestiers allant de semi-arides à modérés, ainsi que des terres agricoles cultivées avec différentes cultures (Benabid, 1993).

Cette diversité nous amène à la problématique suivante : quant à la biodiversité taxonomique des coléoptères, y aurait-il une différence significative et remarquable entre les écosystèmes forestiers et agroécosystème de Tébessa ? Compte tenu de l'importance et du rôle écologique majeur de cet ordre, cette étude vise à analyser la biodiversité des familles de coléoptères dans quelques habitats naturels sélectionnés de la région de Tébessa. Deux types d'écosystèmes ont été choisis, à savoir les systèmes agricoles et forestiers, avec quatre stations d'étude représentatives dans les deux types d'écosystèmes.

Ce travail est structuré de la manière suivante :

Chapitre1 : cette section comporte des données biologiques et écologiques sur les coléoptères.

Chapitre2 : le dispositif expérimental ainsi que les méthodes d'échantillonnage, d'identification et d'analyse adoptées pour mener à bien cette recherche.

Chapitre3 : **c**e chapitre présente de manière détaillée les données recueillies au cours de cette étude, illustrant les observations faites sur le terrain ainsi que les analyses effectuées.

Discussion et conclusion – Cette partie interprète les résultats obtenus, les confronte aux travaux antérieurs et en dégage les implications écologiques, tout en résumant les principales conclusions de l'étude.

Chapitre 1 : Recueil bibliographique sur les coléoptères

Ce chapitre vise à présenter un cadre théorique complet sur les coléoptères, en abordant les aspects fondamentaux liés à leur classification scientifique, à leurs structures Morphologiques distinctives, à leur cycle de vie, ainsi qu'à leurs fonctions écologiques variées. Cette présentation a pour objectif d'établir une base de connaissances permettant une compréhension approfondie du rôle des coléoptères dans les différents écosystèmes, et justement c'est le cadre de l'étude actuelle qui se concentre sur leur diversité et leur relation avec les caractéristiques des habitats qu'ils occupent.

1. Généralités et classification

Le terme coléoptère ou κολεόπτερος est d'origine grecque qui signifie « les ailes sont recouvertes d'une sorte de fourreau ». Le terme est composé de κολεός, koleos « fourreau, étui » et de Πτερόν, pteron, « aile ».

Dans le règne animal, l'ordre Coleoptera est le plus diversifié parmi les ordres d'insectes. Il constitue près de 25 % de la diversité animale, et près de 40 % des espèces d'insectes décrites. En effet, plus de 350 000 espèces sont décrites scientifiquement, mais des estimations suggèrent l'existence de millions d'espèces non encore découvertes. Ce groupe taxonomique très diversifié peut vivre dans quasiment tous les environnements, à l'exception des pôles et des océans. (Crowson, 1981). En plus, il possède une large gamme de sources alimentaires : xylophage, phytophage, nécrophage, prédateur et parasites des autres insectes (Bertin, 1923).

Les coléoptères forment un ordre extrêmement vaste et diversifié, regroupant un grand nombre de familles dont les modes de vie peuvent être aussi bien terrestres qu'aquatiques. Afin de mieux comprendre cette richesse biologique et d'appréhender les rôles écologiques et les relations évolutives de ces insectes, il est essentiel de commencer par leur position systématique au sein du règne animal :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Infra-classe : Neoptera

Super-ordre : Endopterygota

Ordre : Coleoptera.

2. Morphologie des coléoptères

Les coléoptères se distinguent par une immense diversité, surtout en ce qui concerne la taille des adultes, pouvant varier de 0,4 mm chez ***Nanosella ptiliides*** en Amérique du Nord à 200 mm chez ***Titanus giganteus***, un cérambycidé d'Amérique du Sud (Mchugh, 2009). Ils présentent également une grande variété de formes, allant du corps très aplati des coléoptères aquatiques comme ***Gyrinus natator***, adapté à la vie en surface de l'eau, jusqu'au corps cylindrique et allongé des buprestes ***Julodis onopordi***, qui facilite leur infiltration dans le bois (Lawrence, 1995). La diversité des couleurs est tout aussi remarquable, avec des espèces arborant des teintes métalliques iridescentes, telles que ***Chrysina gloriosa***, un scarabée vert d'Amérique centrale, dont la coloration est due à des structures microscopiques réfléchissant la lumière (Sagou, 2009). A l'instar de tous les insectes, leur corps est divisé en trois parties distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen. Une caractéristique essentielle de cet ordre réside dans la transformation de la première paire d'ailes en élytres rigides chez l'adulte, ce qui offre une protection aux ailes postérieures étant fonctionnelles (Bennas, 2002) (fig1).

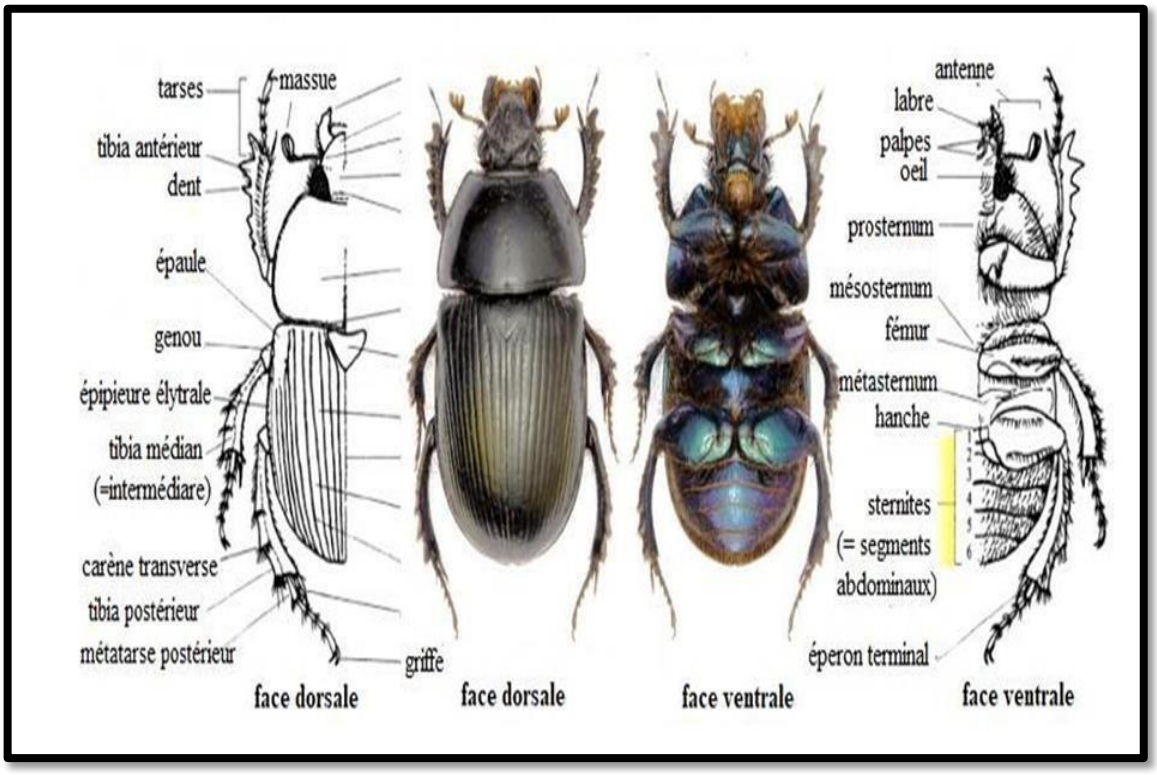


Figure 1 : Morphologie externe des coléoptères (Charrier, 2001).

2.1. La tête

Avec un cou distinct ou peu marqué, cette partie du corps peut être allongée, transverse, globuleuse ou aplatie. Elle est partiellement ou totalement intégrée au prothorax,

Ou même entièrement encastrée. Les pièces buccales comprennent les mandibules, les palpes maxillaires et les palpes labiaux. En plus, le labre et le clypéus sont séparés du front par une suture bien visible. Sur les côtés, les joues se trouvent à l'avant des yeux, alors que les tempes se situent à l'arrière. (Du Chatenet, 2005) (fig 2).

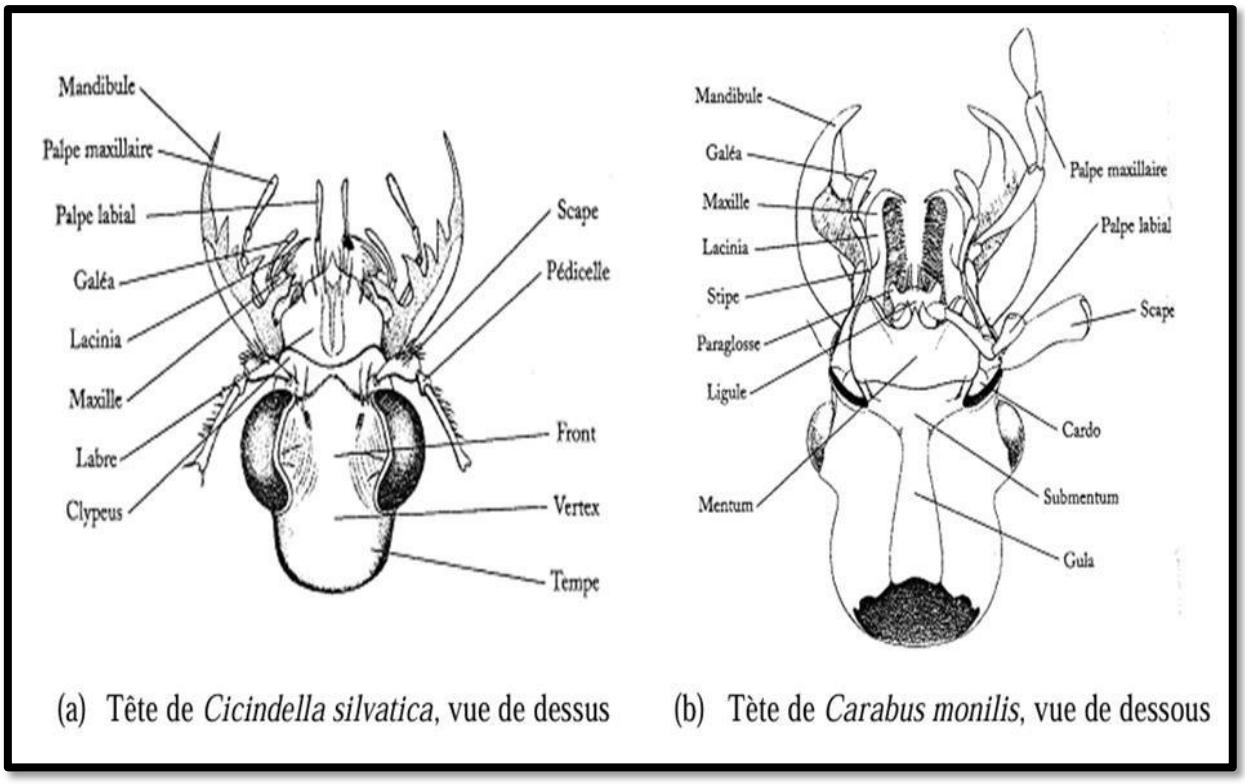


Figure 2 : Morphologie externe de la tête d'un coléoptère (Du Chatenet, 2005).

2.1.1. Les palpes maxillaires

A vrai dire, ces structures sont importantes dans la classification des coléoptères; car elles se composent généralement de quatre segments distincts en termes de longueur et de forme: le 1er est très court, le 2ème est clairement allongé, tandis que le 3ème et le 4ème segment montrent une variation notable en taille et en forme entre les différentes espèces *e.g.* certaines espèces du genre *Carabus* présentent un dernier segment large et aplati, alors que des espèces du genre *Cicindela* ont des palpes maxillaires fins et allongés, adaptés à leur nature de prédateur rapide dans des environnements secs (Lawrence, 1995).

2.1.2 Les pièces buccales

Le régime alimentaire des coléoptères impose des types bien précis de pièces buccales. Effectivement, les espèces prédatrices comme les Cicindelidae et les Scaritinae possèdent des

mandibules et des maxilles robustes, fortement dentées ou bordées de soies, tandis que ces mêmes structures sont plus réduites chez les espèces floricoles et coprophages. Chez les charançons, spécialisés dans la perforation des tissus végétaux, les pièces buccales, de petite taille, sont situées à l'extrémité d'un rostre parfois très allongé (Sainte, 1995). Par conséquent, les coléoptères présentent plusieurs types d'appareils buccaux, adaptés à la diversité de leurs régimes alimentaires :

- **Appareil buccal de type broyeur** : c'est le type le plus répandu, primitif et simple. Il est présent chez les coléoptères phytophage et carnivore. Cet appareil est caractérisé par des mandibules chitineuses, puissantes et dentées, permettant le broyage mécaniquement des aliments solides (Crowson, 1981).
- **Appareil buccal de type maxillo-labial :** ce type est caractérisé par la formation d'une langue résultant de la soudure des glosses. Il est souvent associé à des fonctions de manipulation ou de dégustation des aliments (Triplehorn, 2OO5).
- **Appareil buccal de type piqueur-suceur :** il est observé chez les hématophage (se nourrissant de sang) et **oophage** (se nourrissant d'œufs) ou suçant la sève des plantes. Ce type est apte de percer les tissus et aspirer les liquides. Les mandibules sont transformées en stylets mandibulaires et des maxilles modifiées en stylets maxillaires (Triplehorn, 2OO5).
- **Appareil buccal de type suceur-labial : dans** ce type d'appareils, les mandibules et les stylets disparaissent, en laissant au labium la fonction principale dans la succion des liquides (Triplehorn, 2OO5).
- **Appareil buccal de type suceur-maxillaire :** il se caractérise par une réduction du labre et une transformation marquée des maxilles, notamment par la disparition de la lacinia, ce qui permet une aspiration plus efficace des liquides (Crowson, 1981).

2.1.3. Les antennes

Chez ce groupe taxonomique, les antennes représentent des structures sensorielles essentielles. Ce sont des appendices pairs situés de part et d'autre du front, entre les yeux, et composés d'un nombre variable d'articles, compris entre 8 et 11. Elles montrent une grande diversité morphologique selon les espèces et les familles: elles peuvent être filiformes, dentées, pectinées, en massue, voire adopter des formes plus complexes, ce qui en fait des caractères précieux pour la classification taxonomique. Chez de nombreuses espèces, les antennes sont plus longues chez les mâles que chez les femelles, ce qui est lié à leur rôle dans la détection des phéromones sexuelles émises par les femelles. Chaque antenne est constituée

de trois parties principales : le scape, ou premier segment, souvent plus long et plus épais ; le pédicelle, ou deuxième segment, plus court ; puis le flagellum qui est formé d'une série de segments plus fins, généralement les plus spécialisés en termes de structure et de fonction (Du Chatenet, 2005).

Les antennes des coléoptères remplissent une fonction sensorielle essentielle, en détectant divers stimuli environnementaux. Elles influencent des comportements vitaux comme la nutrition, la reproduction et la survie, tout en s'adaptant morphologiquement aux conditions écologiques de leur habitat (Lefèvre, 2011) (fig 3).

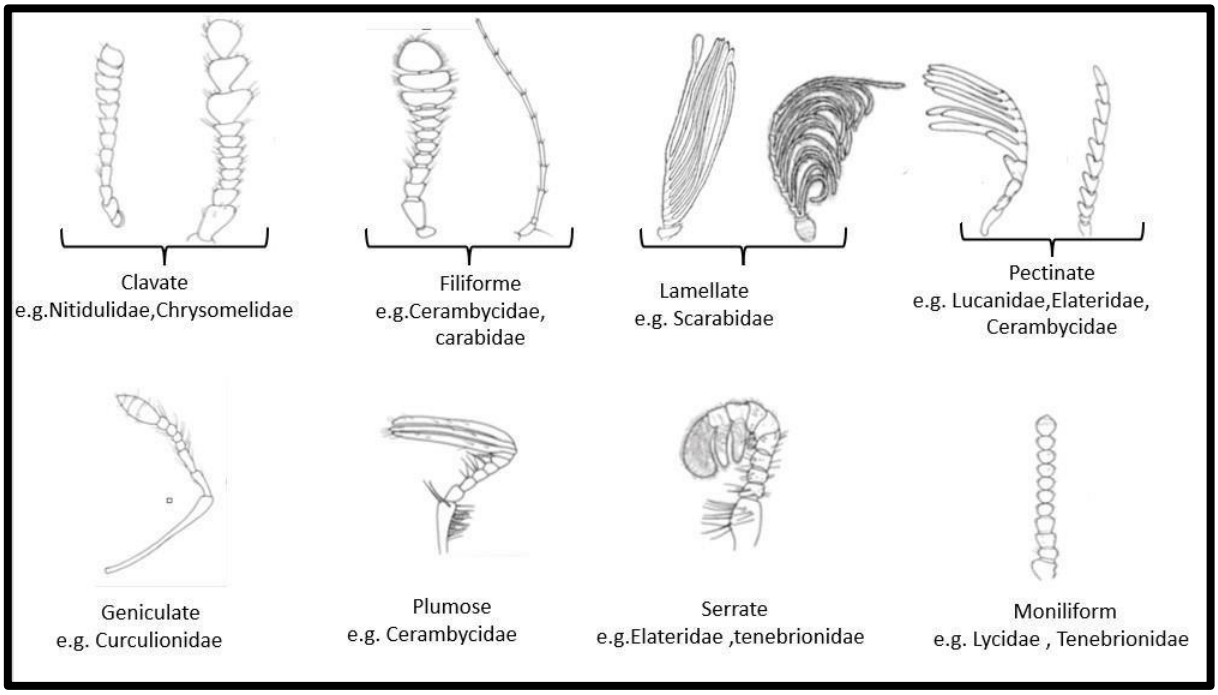


Figure 3 : Divers types d'antennes (Du Chatenet, 2005).

2.2. Le thorax

C'est la partie située entre la tête et l'abdomen, elle est composée de trois segments distincts : le prothorax, le mésothorax et le métathorax.

2.2.1. Le prothorax

Il porte la 1ère paire de pattes. Sur sa face dorsale, le pronotum est délimité par des bords latéraux, généralement plus ou moins marqués par une carène (Sainte, 1995).

2.2.2. Le mésothorax

Il supporte la 2ème paire de pattes ainsi que les élytres. Comme le prothorax, sa partie supérieure est constituée d'une seule structure, le scutellum, une petite plaque triangulaire insérée entre la base des élytres (Fig. 1) (Sainte, 1995) .

2.2.3. Le métathorax

Il soutient la 3ème paire de pattes et porte les ailes membraneuses, qui permettent le vol chez la plupart des coléoptères (Sainte, 1995).

2.3. L'abdomen

L'abdomen des coléoptères est formé de neuf segments, dont un ou deux peuvent être réduits à la base, tandis qu'un autre peut être rétracté à l'intérieur de l'extrémité postérieure. Un segment est composé de deux structures principales ; un arc dorsal appelé tergite et un arc ventral nommé sternite. Il est à noter que le nombre de sternites sur la face ventrale de l'abdomen est toujours inférieur à celui des tergites. Chez les mâles comme chez les femelles, le 9ème et le dernier segment est invaginé, formant ainsi l'armature génitale. (Du Chatenet, 2005).

2.3.1. Les élytres

Ce sont les ailes antérieures et se présentent sous forme de deux structures sclérifiées, symétriques et jointes le long de la ligne médiane du corps. Elles recouvrent partiellement ou totalement l'abdomen, à l'exception du dernier tergite abdominal, appelé pygidium. Leur principale fonction est la protection, surtout contre la déshydratation, ce qui permet à des espèces de survivre en milieu aride. Bien qu'elles ne participent pas activement au vol, elles sont maintenues perpendiculairement au corps lors du déplacement aérien. Par ailleurs, chez les coléoptères aquatiques, elles jouent un rôle spécifique en facilitant la rétention d'air pour la respiration subaquatique. (Du Chatenet, 2005) .

2.3.2. Les ailes postérieures

Au cas où elles sont présentes, sont membraneuses et fonctionnelles, avec une nervation simplifiée. Elles se replient sous les élytres au repos, même si ces derniers sont courts. Cependant, chez certaines espèces terrestres, les ailes postérieures peuvent être réduites ou absentes, et les élytres peuvent alors se verrouiller le long de la ligne médiane grâce à un système de coaptation (Sainte, 1995).

2.4. Les pattes

Ils possèdent six pattes disposées par paires, composées de cinq segments : les hanches, les trochanters, les fémurs, les tibias et les tarses. En fonction de l'environnement et du mode de déplacement, leur morphologie, leur disposition et la structure de leurs cavités varient. Ces différences anatomiques permettent de distinguer les quatre grands sous-ordres de coléoptères, chaque type de patte étant spécifiquement adapté à sa fonction (Du Chatenet, 2005)(fig4).

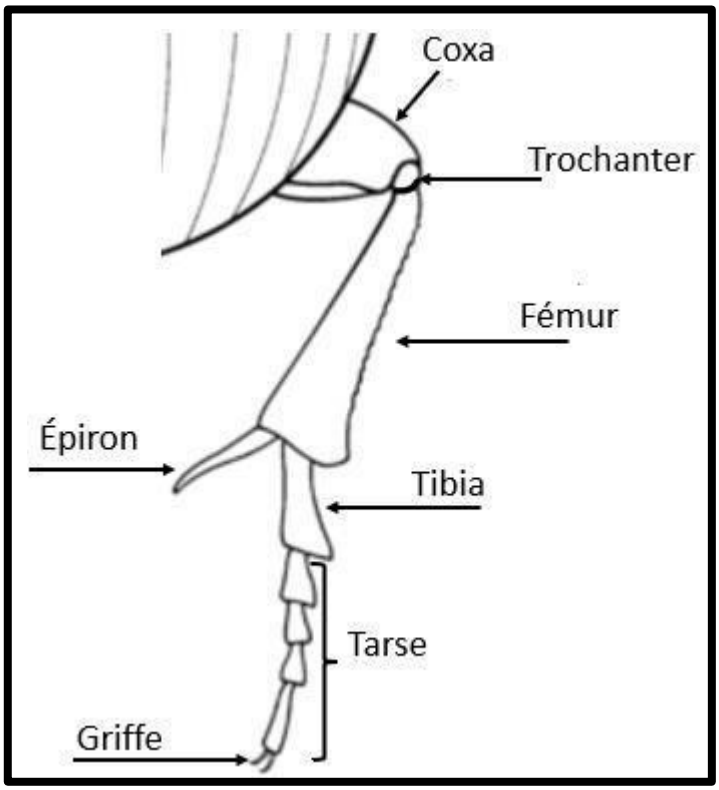


Figure 4 : Patte d'un coléoptère ***Dichotomius comaropensis*** (Du Chatenet, 2005).

3. Cycle de vie

Une grande variabilité est observée quant au cycle de vie de ce groupe d'insecte. Cette variabilité découle des ressources alimentaires différentes exploitées par les larves pour leur développement, et l'importante variation de la capacité de reproduction au sein de cet ordre d'insectes (Mchugh, 2009). Les coléoptères sont des insectes à métamorphose complète ou holométaboles, leur cycle se découpe en quatre stades étant : œuf, larve, nymphe et l'adulte. Selon Gullan (2014), chaque stade de développement est caractérisé comme suit (fig 5) :

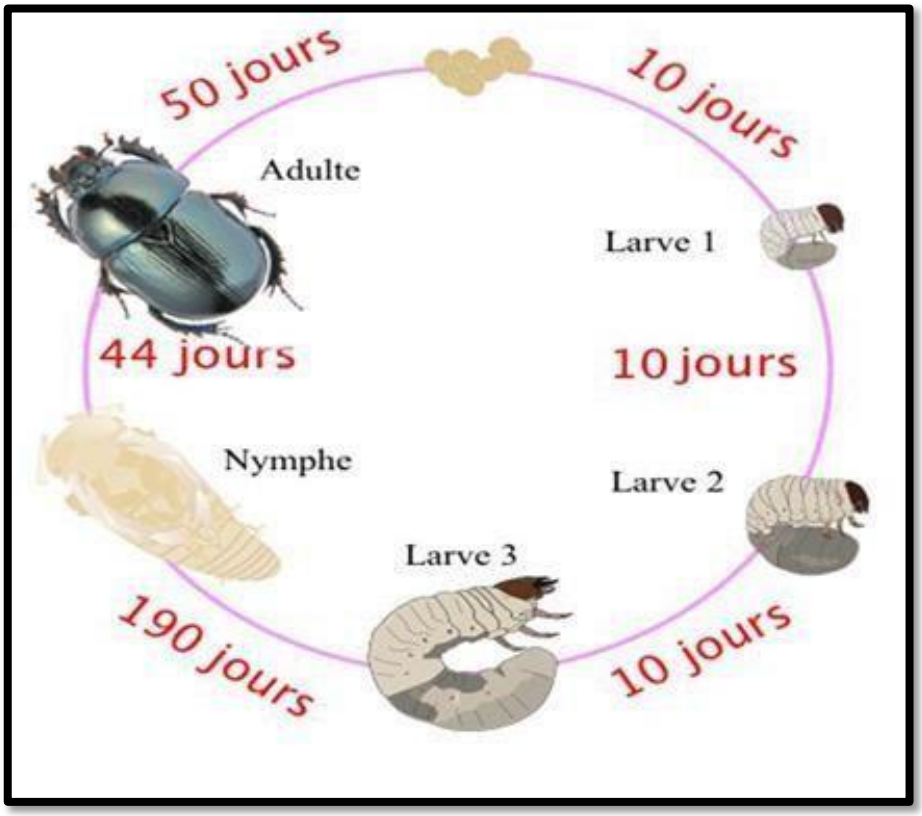


Figure 5 : cycle de vie d'un *Geotrupes* (Jekel, 1865).

- **Stade œufs :** ils sont généralement pondus dans le milieu où la larve trouve sa nourriture.
- **Stade larvaire :** leur corps se compose de 13 segments, répartis comme suit: 1 segment céphalique (tête), 3 segments thoraciques, chacun portant une paire de pattes, 9 segments abdominaux. Elles possèdent une tête bien développée, souvent munie de mandibules puissantes similaires à celles des adultes, leur permettant de broyer leur nourriture. Chez la majorité des espèces, la phase larvaire dure quelques mois avant la métamorphose en nymphe, puis en adulte (fig6).

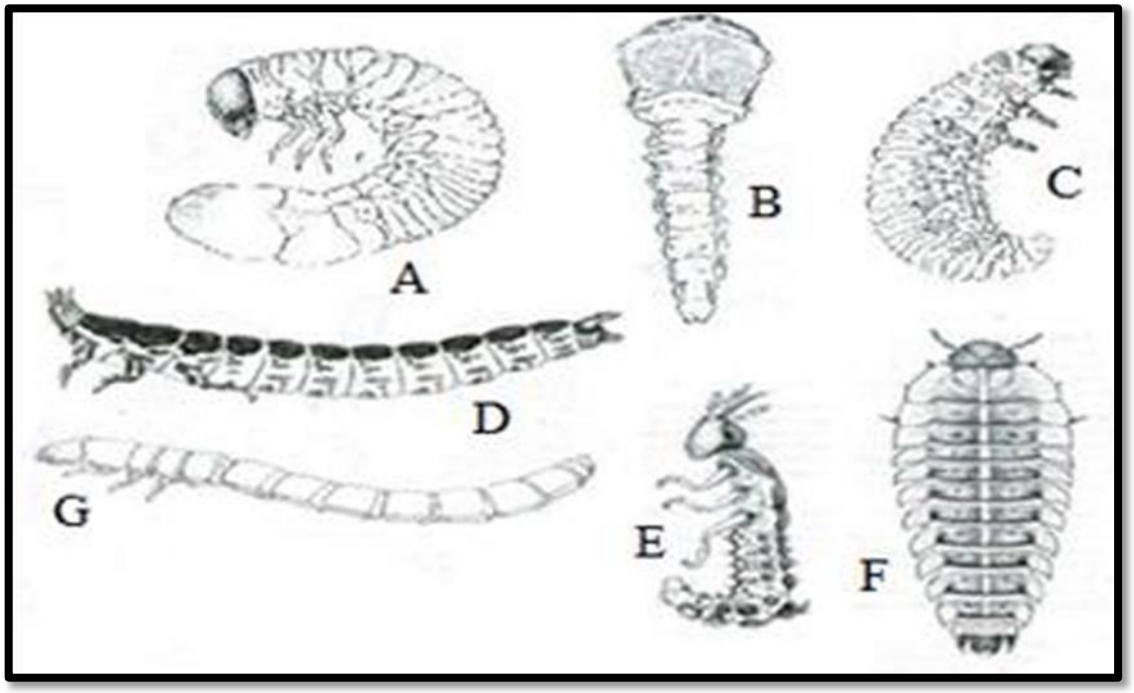


Figure 6 : Divers types des larves de Coléoptère (Du Chatenet, 2005).

Melolontha (Scaraboeidae) ; B. Chrysobothris (Buprestidae) ; C. Crioceris (Chrysomelidae) ; D. Calosoma sycophanta (Carabidae) ; E. Cicindella (Coccinellidae) ; F. Silpha (Silphidae) ; G. Tenebrio (Tenebrionidae).

- **Stade nymphal :** quand la larve se métamorphose en nymphe (Fig. 8), elle subit d'importantes transformations. En effet, la nymphe reste immobile et ne se nourrit pas. Progressivement, elle développe des pigments et laisse apparaître les structures de l'insecte adulte(fig7).

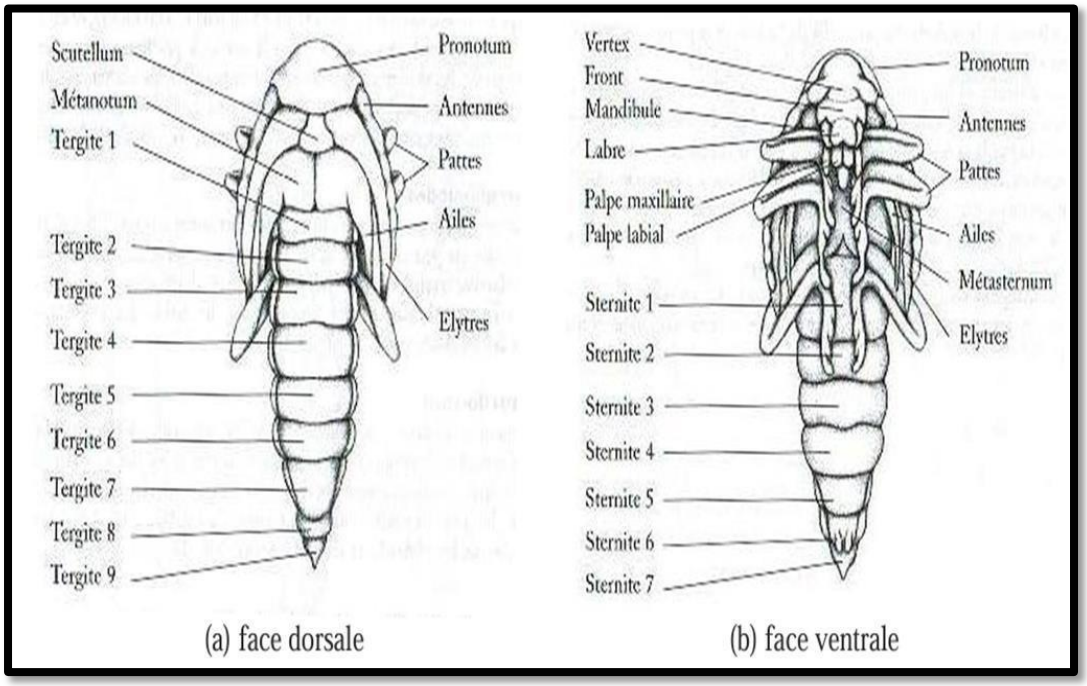


Figure 7 : Nymphe de longicorne (Du Chatenet, 2005).

- **Stade adulte : l**es coléoptères adultes émergent au début de l'été et ont une longévité généralement limitée à quelques semaines (Fig. 9). Dans la majorité des cas, ils périssent peu après l'accouplement. (Boukli Hacene, 2012). Certains adultes ne se nourrissent pas et survivent grâce aux réserves énergétiques accumulées durant leur stade larvaire. D'autres, en revanche, consomment des substances riches en énergie, telles que le nectar des fleurs, les fruits en décomposition ou encore la sève qui s'écoule des blessures des arbres, afin de subvenir à leurs besoins pendant la période de reproduction. (Slipinski, 2007).

4. Coléoptère et choix des habitats

Il est bien entendu que les coléoptères, occupent une grande variété d'habitats terrestres et aquatiques. Leur choix des habitats est influencé par plusieurs facteurs écologiques tels que la disponibilité des ressources alimentaires, la structure du sol, l'humidité, la température et la végétation environnante (Rainio, 2003). Chaque groupe de coléoptères tend à occuper une niche écologique particulière *e.g.* les Carabidae sont souvent associés aux sols forestiers humides et riches en matière organique, où ils jouent un rôle important comme prédateurs de larves et autres invertébrés du sol (Lövei, 1996).

D'autres groupes, comme les Staphylinidae, préfèrent les litières forestières ou les habitats sous les pierres et les troncs en décomposition, ce qui les rend sensibles à la perturbation de la couverture végétale (Bohac, 1999). En milieux aquatiques, les Dytiscidae (coléoptères plongeurs) sont bien adaptés aux mares et rivières lentes, où ils chassent activement d'autres invertébrés aquatiques. À l'inverse, certaines espèces xylophages comme ***Cerambyx cerdo*** (famille des Cerambycidae) dépendent strictement des vieux arbres morts ou mourants, souvent absents dans les forêts gérées, ce qui en fait des bioindicateurs précieux de la naturalité des forêts (Speight, 1989) .

La diversité des habitats exploités par les coléoptères reflète leur capacité d'adaptation morphologique et comportementale, mais aussi leur sensibilité aux modifications anthropiques de l'environnement, telles que la déforestation, l'intensification agricole ou la fragmentation des habitats (Lassau, 2005). Ainsi, leur étude s'avère essentielle pour comprendre la dynamique écologique et évaluer l'état de conservation des écosystèmes.

5. Importances des coléoptères

5.1. Importance agronomique

Les coléoptères constituent un ordre d'insectes particulièrement important du point de vue agronomique. Rien qu'en France, environ «510 espèces », réparties dans une trentaine de familles, sont recensées comme ravageurs, qu'ils soient avérés ou potentiels.

Ces insectes peuvent causer des dégâts à différents stades de leur développement : aussi bien au stade larvaire qu'à celui adulte. Toutefois, certaines espèces ne sont nuisibles qu'au stade larvaire. Il arrive également que les dégâts provoqués par les larves soient très différents de ceux causés par les adultes : une même espèce peut, par exemple, être radicicole (s'attaquant aux racines) lorsqu'elle est larve, puis devenir phyllophage (consommant les feuilles) à l'âge adulte. C'est le cas notamment des othiorhynques, des hannetons ou encore des cétoines. Par ailleurs, le rôle des coléoptères en tant qu'auxiliaires de culture n'est pas négligeable. De nombreuses familles sont concernées, telles que : les Carabidae, les Silphidae, les Cleridae, les Anthribidae et les Lampyridae.

Ces auxiliaires sont généralement des prédateurs généralistes, mais certaines familles montrent un certain degré de spécialisation. C'est le cas des **Coccinellidae**, qui, selon les genres et les espèces, se nourrissent de pucerons, de cochenilles ou encore d'acariens.

Enfin, quelques espèces sont parasitoïdes, notamment certains staphylins du genre Aleochara, qui parasitent les mouches de la famille des Anthomyiidae (Maus, 1998) .

5.2. Importance forestière

L'espèce ***Calosoma sycophanta*** est un prédateur actif capable de provoquer des réductions spectaculaires des populations de chenilles du Bombyx disparate (***Lymantria dispar***) lors des phases de pullulation. Cette efficacité prédatrice bien documentée a conduit à des tentatives de lutte biologique par introduction de l'espèce aux États-Unis.

Le comportement de ce coléoptère varie selon la densité des proies : les adultes ont tendance à se disperser davantage et leur fécondité atteint un maximum lorsque les chenilles sont abondantes. Les études montrent que le taux de destruction des chenilles de ***Lymantria dispar*** par ***Calosoma sycophanta*** peut varier entre 26 % et 75 % (Weseloh, 1985).

Ce coléoptère de la famille des Carabidae est capable de se déplacer sur plusieurs kilomètres à la recherche de proies. Un adulte actif pendant environ 50 jours par an peut consommer jusqu'à 336 chenilles ou chrysalides de ***Lymantria dispar***. Les larves, quant à elles, sont également voraces : une larve de troisième stade peut dévorer entre 25 et 30 chenilles. Grâce à cette efficacité, la descendance d'une seule femelle de Calosome est en mesure de détruire en une année la progéniture d'environ vingt femelles de ***Lymantria dispar.*** Autre fait remarquable : la durée de vie des adultes (vie imaginale) peut atteindre 4 ans, une longévité exceptionnelle pour un Carabidé (Vincent, 1992) .

Chapitre 2 : Matériels et Méthodes

Dans ce chapitre, nous décrivons avec précision les principales méthodes employées tout au long de notre étude, aussi bien sur terrain qu'au laboratoire, ainsi que les tests statistiques et l'analyse indicielle utilisés pour exploiter les résultats obtenus. Afin de mener à bien notre recherche, nous avons suivi une série d'étapes successives et complémentaires, conformément à la démarche méthodologique adoptée.

1. Caractérisations des sites d'études

La wilaya de Tébessa est située à l'extrême nord-est de la Algérie et constitue l'une des wilayas frontalières les plus importantes (35°24′15″ N 8°07′27″ E). Elle partage sa frontière orientale avec la Tunisie. Elle est délimitée au nord par la wilaya de Souk Ahras, au sud par la wilaya d'El Oued, au sud-ouest par la wilaya de Khenchela, et au nord-ouest par la wilaya d'Oum El Bouaghi. Cette position stratégique fait de Tébessa un point de liaison entre l'Algérie et la Tunisie, tout en lui conférant une grande diversité géographique et climatique (ONS ,2023) (fig 8).

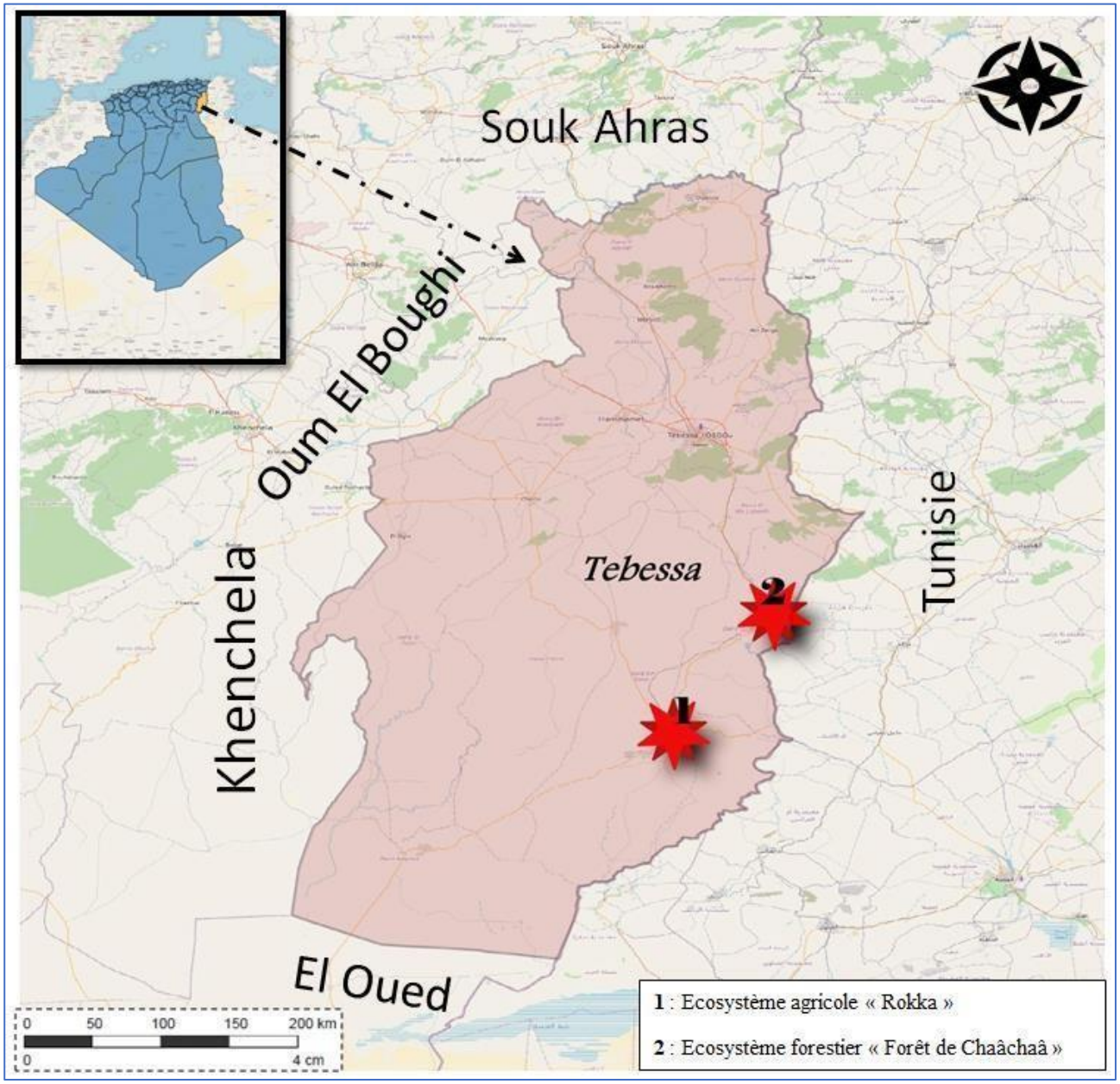


Figure 8: localisation géographique de la Wilaya de Tébessa et positionnement des deux sites d'études (1 : Rokka, 2 : forêt Chaâchaâ) (QGis 3.12.0, 2025).

1.1. Choix des sites et des stations

Foncièrement, afin d'analyser la structure et le fonctionnement d'une e l'entomofaune, le choix des sites d'échantillonnage prend en compte maints critères (Lamotte, 1969), notamment l'accessibilité, l'homogénéité du terrain et la sécurité des emplacements de piégeage. Il est également essentiel que ces sites soient représentatifs de l'ensemble étudié (Benkhelil, 1991). Dans notre étude les sites ont été choisis selon les critères suivants :

- L'absence d'interventions chimiques anthropiques.
- La bonne accessibilité des stations d'échantillonnage.
- L'ensemble des variables climatiques susceptibles d'influencer le développement de l'insecte sera pris en compte dans l'analyse.
- Les paramètres biologiques considérés incluent la composition végétale, l'abondance des espèces présentes ainsi que le taux de recouvrement, aussi bien au niveau du champ agricole que de la zone forestière.

Etant donné que l'objectif essentiel de cette étude est d'évaluer la diversité taxonomique des communautés coléoptériques dans différents écosystèmes et habitats de la wilaya de Tébessa, notre choix opte pour deux (2) sites représentant deux (2) écosystèmes distincts étant: un écosystème agricole nommé « Rokka », et un écosystème forestier, à savoir la forêt de « Chaâchaâ ». Les deux (2) sites sont séparés par une distance de 37,64 km et présentent des caractéristiques écologiques et géographiques contrastées résumés dans le tableau ci-dessous. Ces différences pourraient offrir un cadre propice à l'étude des variations dans la structure et la composition du groupe taxonomique en question entre les habitats anthropisés et naturels (tab 1) .

Tableau 1 : Caractéristiques des sites d'études.

Site	Coordonnés	Localisation	Type d'écosystème	Altitude
Rokka	57°7 '16,32'' E 49°34'58,85'' N	Bir El Ater	Agroécosystème	873m
Chaâchaâ	18°8'29,34'' E 00°35'20,80'' N	Commune « Oum Ali »	Forêt	931m

1.1.2. Rokka

Le site de Rokka est un champ agricole, est situé au nord de la région de Bir El Ater, à proximité de la route de wilaya n°1. Dans le cadre de l'étude, des pièges ont été installés dans deux stations distinctes du même champ (fig9) :

- La première station (ST1) correspond à une parcelle cultivée de blé.
- La deuxième station (ST2) correspond à une parcelle cultivée de fèves.



Figure 9 : les deux stations de site Rokka (Bir El Ater) (Cliché Mebarki, 2025).

1.1.2. Forêt « Chaâchaâ »

Le site de La forêt de Chaâchaâ se situe dans la commune de Oum Ali, plus précisément sur la rive est de la région. Elle se caractérise par un couvert végétal de densité moyenne dominé par des arbres de cyprès (***Cupressus sempervirens***). Dans la présente étude, deux stations distinctes au sein de la forêt ont été choisies pour l'installation de pièges destinés à la collecte des coléoptères étant (fig10) :

- La première station (ST3) présente une couverture végétale moins dense, permettant une plus grande pénétration de la lumière solaire, et par conséquent, des conditions plus sèches et plus chaudes.
- La seconde station (ST4) se distingue par une forte densité d'ombre due à la couverture arborée importante, créant ainsi un environnement plus humide et plus frais.

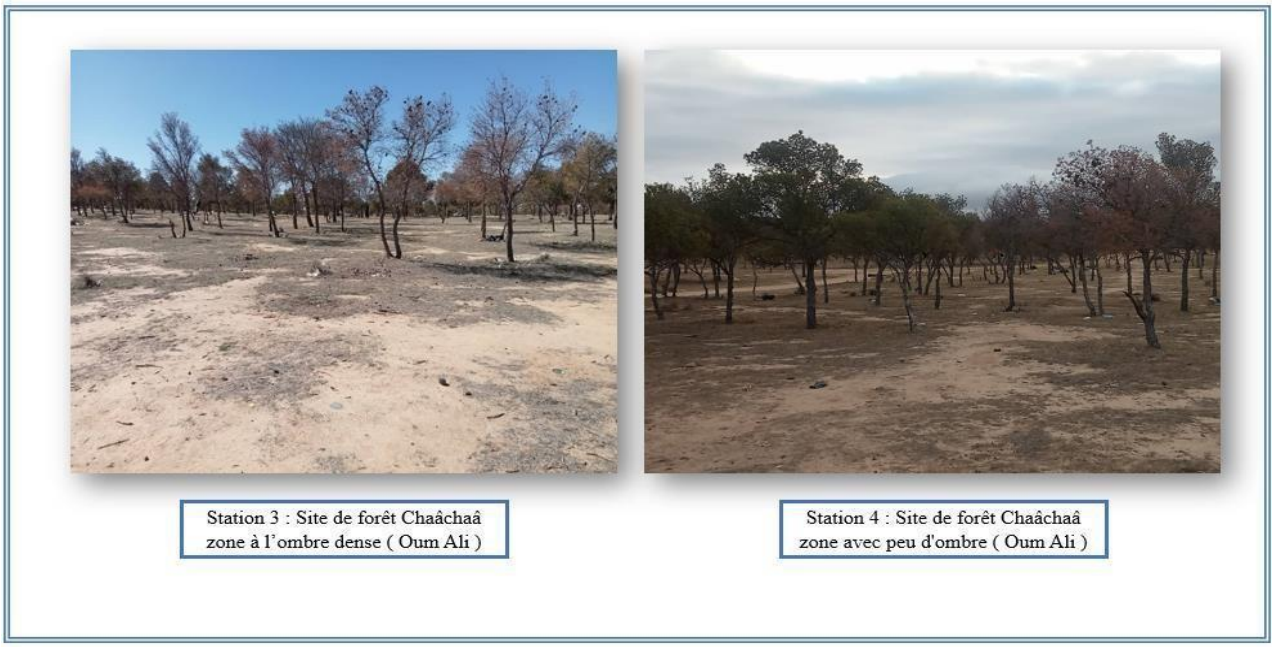


Figure 10 : les deux stations de site de Oum Ali (Cliché Mebarki, 2025).

1.2. Etude climatologique

La synthèse climatique se fait selon deux approches complémentaires qui nécessitent l'élaboration de : (i) diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnauls, (ii) climagramme pluviothermique d'Emberger. La construction du diagramme ombrothermique, spécifique à une zone donnée, repose sur la combinaison des données mensuelles de précipitations et de températures, permettant ainsi de caractériser les conditions climatiques locales (Ozenda, 1982).

1.2.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls

Dans le cadre de cette étude, une base de données couvrant la période s'étendant de 1994 jusqu'à l'année 2025 a été exploitée. Les valeurs ont été obtenues du site Tutiempo (2025) et organisées dans le tableau 2. Ces valeurs comportent les relevés mensuels des températures moyennes et des précipitations pour classifier les mois selon leur degré d'aridité, en appliquant l'indice de Gaussen et Bagnouls (fig 11et 12) :

$$P \leq 2T$$

- P : Précipitation mensuelle en mm.
- T : Température moyenne mensuelle en °C.

Tableau 2 : Température moyenne et précipitation mensuelles de la région de Tébessa (1994 -2025) (Tutiempo, 2025).

Mois	P(mm)	T(°C)
Jan	21.68	7.12
Fév	20.78	8.01
Mar	33.15	11.11
Avr	34.81	14.59
Mai	35.58	19.41
Jui	27.19	24.54
Juil	13.07	27.81
Aou	25.27	26.96
Sep	49.46	22.44
Oct	36.30	17.85
Nov	26.50	12.14
Déc	29.64	8.19

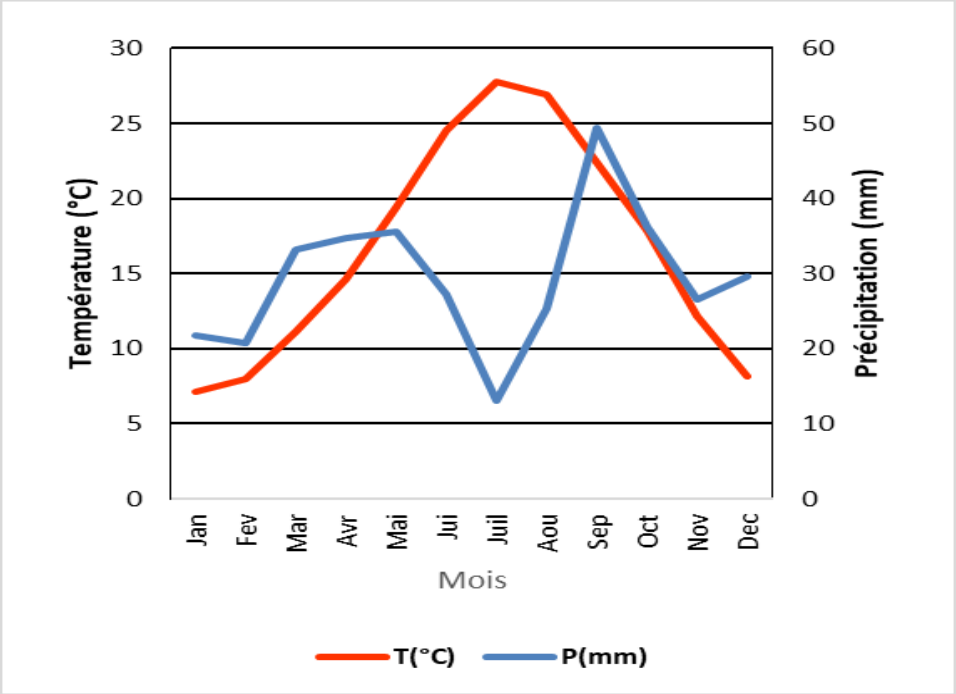


Figure 11 : Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls pour la période 1994-2025 (Tébessa).

Le diagramme réalisé avec les données climatiques de la période 1994- 2025 montre que la période sèche s'étale du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre, tandis que le diagramme élaboré pour la période Avril 2024 - Mars 2025 révèle une période sèche plus longue qui s'étend d'Avril 2024 jusqu'à Décembre 2024.

Tableau 3 : Température moyenne et précipitation mensuelles de la pério Avril 2024 - Mars 2025, Tébessa (Tutiempo, 2025).

Mois	P(mm)	T(°C)
Avr	20.33	14.90
Mai	15.50	21.40
Jui	20.07	27.00
Juil	00.00	29.90
Aou	23.87	27.30
Sep	23.37	22.50
Oct	17.02	20.10
Nov	2.03	14.10
Déc	13.20	7.60
Jan	36.83	8.50
Fév	38.33	8.60
Mar	25.14	13.30

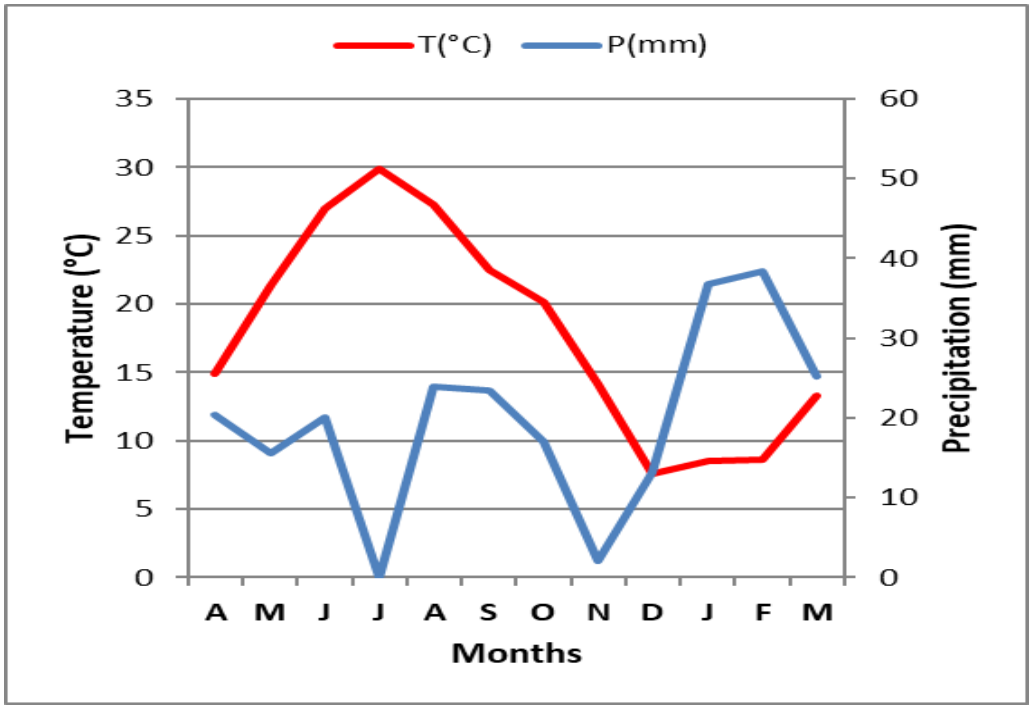


Figure 12 : Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls pour la période Avril 2024 - Mars 2025 (Tébessa).

1.2.2. Climagramme d'Emberger

Emberger (1955) a élaboré un climagramme spécifique à la région méditerranéenne, dans lequel le quotient pluviothermique est représenté en ordonnée et la température minimale moyenne du mois le plus froid (m) en abscisse. L'intersection de ces deux paramètres permet de positionner la station étudiée dans un cadre climatique précis.

Par la suite, Stewart (1969) a proposé une version simplifiée de cette approche, adaptée aux conditions climatiques de l'Algérie et du Maroc. Il a introduit une nouvelle formule du quotient pluviométrique définie comme suit :

$$Q = 3.43 (P / (M – m))$$

- Q = quotient pluviothermique d'EMBERGER.
- P = précipitation moyenne annuelle en mm.
- M = température moyenne maximale du mois le plus chaud en ºC.
- m = température moyenne minimale du mois le plus froid en ºC.

Le calcul du quotient d'Emberger, pour la période 1994- 2025, a permis de placer Tébessa dans l'étage bioclimatique semi - aride à hiver frais, soit Q=35.19 et m = 1,78°C (Fig. 13).

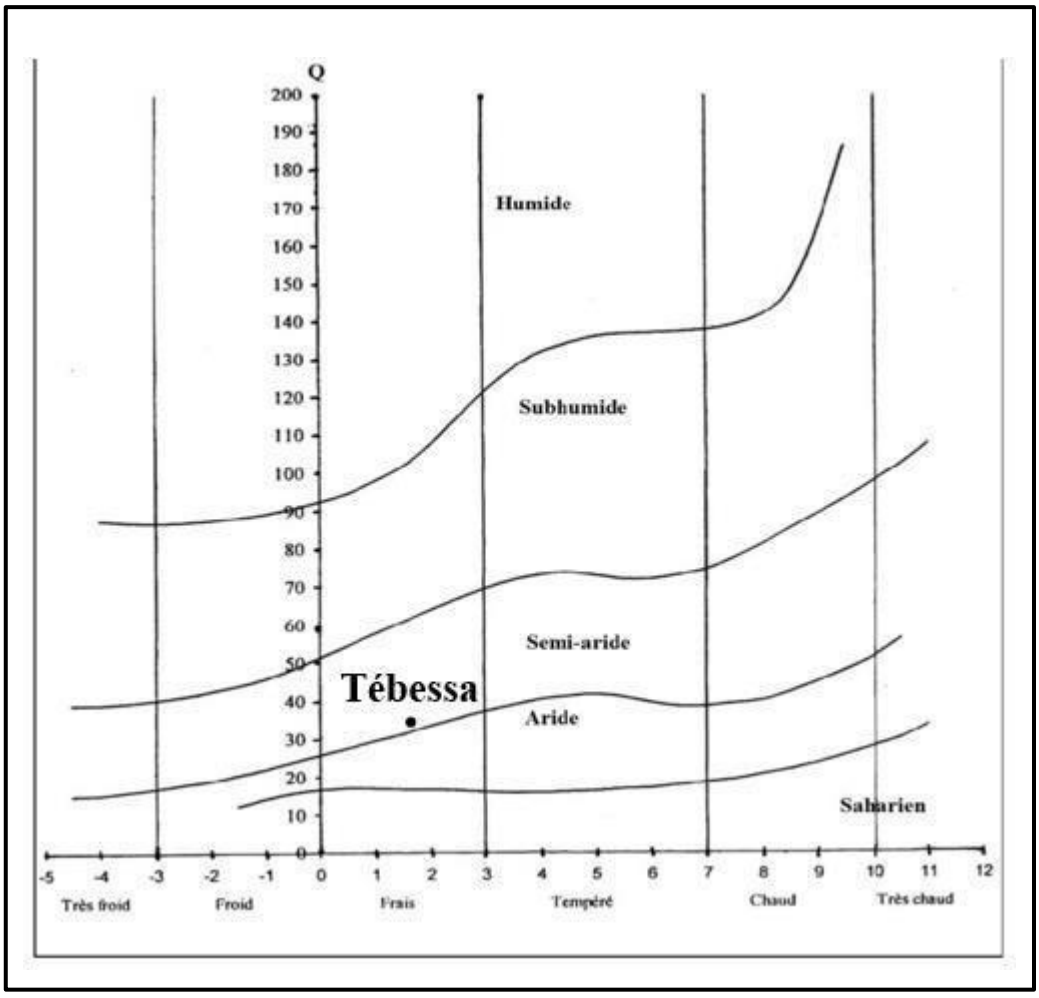


Figure 13 : Emplacement de la région de Tébessa dans le climagramme d'Emberger pour la période 1994-2025.

2. Méthodes d'échantillonnage

L'étude de la faune entomologique nécessite la réalisation d'un inventaire qui s'appuie sur l'usage des techniques de collecte appropriées au contexte écologique (Godard, 2006). Bien qu'il existe une grande variété de méthodes d'échantillonnage, le choix des outils doit être en adéquation avec les caractéristiques spécifiques de l'écosystème étudié (Riba G. et Silvy, 1989). Par ailleurs, il est important que ces méthodes soient à la fois économiques et simples pour optimiser la collecte des données sur le terrain. Dans le cadre de notre étude, un échantillonnage systématique hebdomadaire a été réalisé durant cinq (5) mois (Décembre 2024 - Avril 2025), au niveau des quatre stations, en utilisant deux méthodes : (i) les pièges Barber, (ii) la chasse à vue. La complémentarité de ces deux techniques a permis d'obtenir une image plus complète de la répartition des espèces et de leur comportement dans leur habitat naturel (Dajoz, 1985).

2.1 Pièges Barber

Il s'agit de deux types de récipients cylindriques en métal, mesurant 11 cm de hauteur et 5 cm de rayon et 11cm de hauteur et 9cm de rayon. Cette méthode est couramment utilisée en écologie pour échantillonner la faune anthropologique épigée.

Dans chaque station, les pièges ont été déposés selon un plan d'échantillonnage bien déterminé. Les dix (10) pots ont été répartis équitablement sur deux (2) lignes, loin l'une de l'autre de 5 m. Au niveau de la même ligne, les pots sont équidistants de 15 m. Ce design expérimental a permis de couvrir une parcelle de 375 m^2. Chaque piège, dont la dimension est de 11 cm de hauteur et 10 cm de diamètre, a été rempli d'un liquide, sans attraction artificielle, composé d'eau, de sel, de vinaigre et de détergent, permettant de conserver les spécimens capturés tout en réduisant la tension superficielle du liquide (fig14)
.

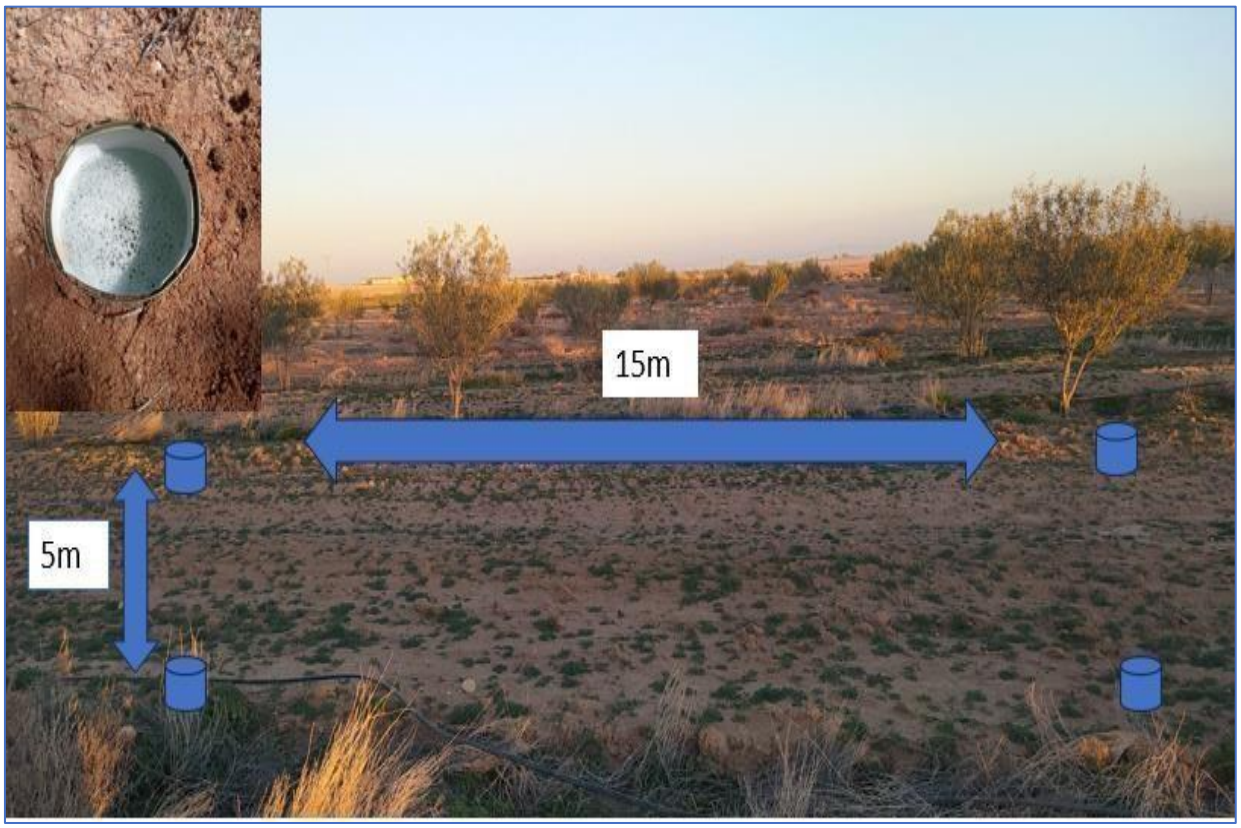


Figure 14 : Emplacement des pièges Barber dans les stations.

2.2. Chasse à vue

En complément des pièges, la chasse à vue a permis l'observation et la capture directe des espèces d'invertébrés cryptiques se réfugiant sous les pierres, dans la litière, dans le sol ou sur la végétation, qui sont souvent difficiles à collecter avec la méthode de piégeage. La complémentarité de ces deux techniques a permis d'obtenir une image plus complète de la répartition des espèces et de leur comportement dans leur habitat naturel (Dajoz, 1985).

3. Travail au laboratoire

Les échantillons ont été transportés au labo et ont subi les traitements suivants (fig 15) :

- Préparation des échantillons : les échantillons prélevés chaque semaine dans les différentes stations d'étude ont été rincés par l'eau, ensuite conservés dans des boîtes appropriées et étiquetées (date, numéro de pot, station), et contenant une solution de conservation d'alcool (70°).
- Identification : pour identifier les coléoptères jusqu'au rang taxonomique famille, la clé de détermination qui a été utilisée est le site web spécialisé: https://quelestcetanimal-lagalerie.com/coleopteres/. A l'aide d'une loupe binoculaire à grossissement suffisant (x10 ou plus) et des pinceaux, les coléoptères sont séparés les uns des autres.

- Comptage des individus : les espèces déterminées sont dénombrées, et les informations sont insérées dans une matrice préparée *à priori* sur Excel.

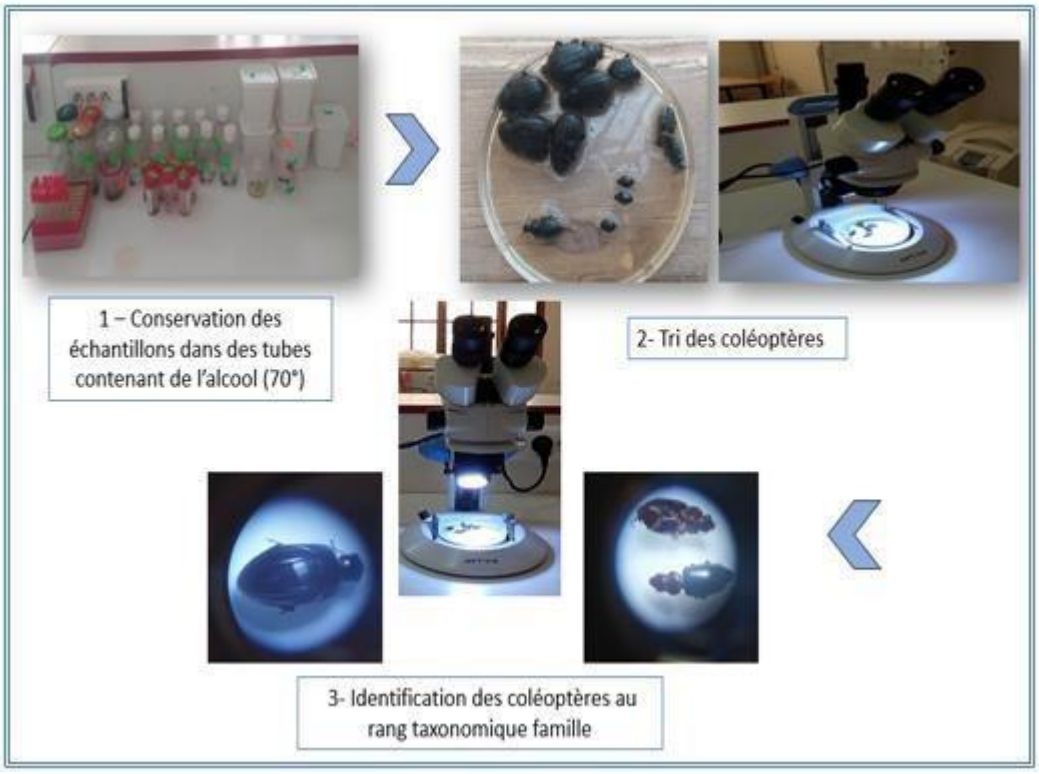


Figure 15 : Les étapes de traitement des échantillons au laboratoire.

4. Méthodes d'exploitation des résultats

4.1. Analyse indicielle

Il y a un large choix d'indices écologiques mis à la disposition du chercheur pour qu'il puisse évaluer la biodiversité taxonomique de toutes les communautés des êtres vivants. Dans la présente étude les indices choisis sont les suivants :

- La richesse spécifique (S) correspond au nombre total d'espèces composant un peuplement, effectivement observées sur un site d'étude à un moment donné (Boulinier et al,1998).
- L'abondance absolue et relative :
  - Abondance absolue : est un facteur essentiel pour la description de la structure d'un peuplement. Elle désigne le nombre d'individus présents par unité de surface ou à un moment donné (Ramade, 2003).
  - Abondance relative % : l'abondance relative d'une espèce correspond au nombre d'individus de cette espèce par rapport au nombre total d'individus de toutes les espèces (Bigot et Bodot, 1973).

- Nombre de Hill (^qD), sachant que q peut prendre les valeurs suivantes : (i) q = 0 pour la richesse spécifique, (ii) q = 1 c'est l'exponentielle de l'indice d'entropie de Shannon, et (iii) q = 2 c'est l'inverse de l'indice de concentration de Simpson (Chao et al, 2014).

$$^qD = \left(\sum_{i=1}^{S} p_i^q\right)^{\frac{1}{1-q}}$$

Où :

S = nombre total d'espèces.

Pi= proportion (ou fréquence relative) de l'espèce.

q = paramètre qui détermine la sensibilité de l'indice à l'abondance relative des espèces.

- q = 0 :

$$^0D = S$$

- q = 1 :

$$^1D = e^{H'} = \exp\left(-\sum p_i \ln p_i\right)$$

- q = 2 :

$$^2D = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

- Estimateur de la richesse spécifique (Chao 1) qui permet d'estimer la diversité réelle des espèces dans une communauté écologique, c'est-à-dire qu'ils cherchent à estimer le nombre total d'espèces, y compris celles qui n'ont pas été enregistrées dans l'échantillon (Chao A. , 1984).

$$\hat{S}_{Chao1} = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2}$$

Où :

- S_{obs} : nombre d'espèces observées dans l'échantillon,
- $F1$: nombre d'espèces observées une seule fois (appelées singletons),
- $F2$: nombre d'espèces observées exactement deux fois (appelées doubletons).

4.2. Analyses statistiques

Tous les tests ont été réalisés à l'aide du logiciel Past. (Version 5.2) :

- ✓ Test de normalité de Shapiro-Wilk tests (W).
- ✓ Test de Mann-Whitney pour donner la différence entre les sites.
- ✓ Teste de Kruskal – Wallis pour donner la différence entre les stations (1 ,2 ,3 ,4) et les mois (Décembre, Janvier, Février, Mars, Avril).

Chapitre 3 : Résultats

Après avoir terminé les opérations de collecte et d'observation sur le terrain des coléoptères dans différents habitats de la région de Tébessa, ce chapitre présente une analyse détaillée des données recueillies. Cette analyse vise à mettre en évidence la répartition spatio-temporelle des espèces, ainsi qu'à identifier les différences de diversité et d'abondance entre les habitats étudiés. Cette partie de l'étude contribue à enrichir les connaissances en entomologie dans un contexte local.

1. Inventaire faunistique

Afin d'analyser les résultats de cette étude, un inventaire des familles coléoptériques collectées tout au long de la période d'échantillonnage a été réalisé. Les données ont été organisées dans le tableau 4

Dans l'ensemble, neuf (9) familles ont été identifiées au niveau des deux sites d'étude (Bir El Ater et Oum Ali). A Bir El Ater, sept (7) familles ont été collectés, représentant 77,77 % du nombre total des familles, tandis qu'à Oum Ali, six (6) familles ont été recueillies, soit 66,66% du total général.

Tableau 4 : Inventaire des familles des coléoptères dans les deux (2) sites (site 1 : Bir El Ater ; site 2 : Oum Ali). (+) Présence, (-) Absence.

Famille	Site 1	Site 2
Tenebrionidae	+	+
Chrysomelidae	+	+
Apionidae	+	-
Scarabidae	+	+
Coccinellidae	+	-
Geotrupidae	+	-
Carabidae	+	+
Buprestidae	-	+
Dermestidae	-	+
Totaux	7 familles	6 familles

2. Etude de la biodiversité temporelle

En général, le mois d'Avril représente le mois le plus abondant avec 922 individus (50,60%), suivi par le mois de Mars (708 individus, 78,67%), le mois de Février (99 individus, 11%) et le mois de Janvier (80 individus, 4,39%). En revanche, le mois de Décembre enregistre l'abondance la plus faible, soit 13 individus (0,71%). Les moyennes sont calculées est insérées dans la figure 16

Le Test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été appliqué afin d'évaluer la significativité des variations d'abondance selon les différents mois. Les résultats révèlent une

différence statistiquement significative dans l'abondance des coléoptères entre les mois étudiés avec un p = 0,02.

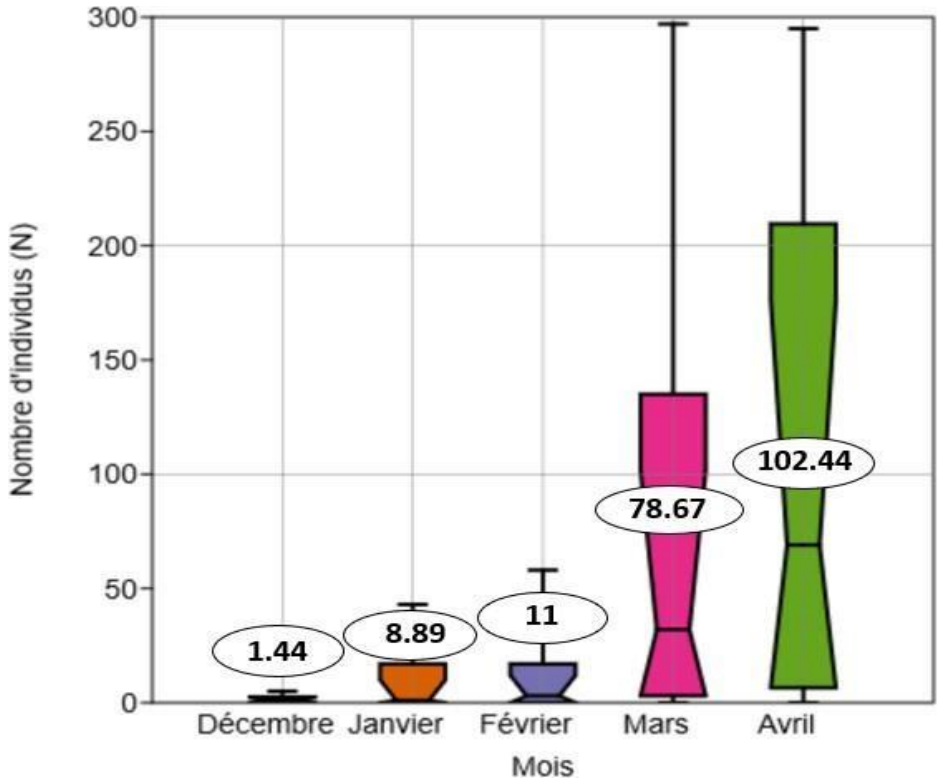


Figure16 : Boîtes à moustache représentant le nombre d'individus (N) par mois. Les valeurs en cercles sont les moyennes.

2.1. Abondance absolue et relative

Lors de la période d'étude, la famille Tenebrionidae a enregistré la plus forte abondance avec un total de 695 individus (36.95%), suivie par la famille Chrysomelidae (317 individus, 16,84%). Les autres familles sont faiblement représentées avec une abondance relative ne dépassant pas 1,71%.

Au cours du mois de Décembre, la famille la plus abondante est la famille Carabidae (38,46%), tandis qu'au cours des autres mois, la famille Tenebrionidae représente celle la plus abondante : Javier (53,75%), Février (58,59%), Mars (41,95%) et Avril (31,10%) (tab 5).

Tableau 5 : Abondance absolue et relative des cinq mois

	Déc		Jan		Fév		Mars		Avr		Totaux	
Famille	AR%	AA	AR%	AA	AR%	AA	AR%	AA	AR%	AA	AR%	AA
Tenebrionidae	15.38	2	**53.75**	43	**58.59**	58	**41.95**	297	**31.10**	295	36.92	695
Chrysomelidae	23.08	3	13.75	11	13.13	13	12.43	88	21.91	202	16.84	317
Apionidae	7.69	1	1.25	1	1.01	1	0	0	0	0	0.15	3
Scarabidae	7.69	1	1.25	1	3.03	3	2.12	15	1.30	12	1.71	32
Coccinellidae	7.69	1	1.25	1	3.03	3	0.85	6	1.63	15	1.38	26
Geotrupidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11	1	5.13e-4	1
Carabidae	**38.46**	5	28.75	23	21.21	21	4.52	32	7.48	69	0.07	150
Buprestidae	0	0	0	0	0	0	17.51	124	12.04	111	0.12	235
Dermestidae	0	0	0	0	0	0	20.62	146	23.54	217	0.19	363
Totaux	/	13	/	80	/	99	/	708	/	922	/	1822

2.2. Indice de biodiversité

L'évaluation de la diversité des coléoptères au cours de la période d'étude (5 mois) a été réalisée en combinant les Hill Numbers (q = 0, 1, 2) et l'estimateur Chao 1, afin d'obtenir une vision globale et robuste de la structure des communautés (tab 6).

Les résultats des indices de diversité calculés pour chaque mois sont présentés dans le tableau ci-dessus. Le nombre d'espèces (q_0) reste stable entre décembre et février (6 espèces), puis augmente légèrement en mars (7 espèces) et atteint sa valeur maximale en avril (8 espèces). Concernant (1q), les valeurs augmentent progressivement au fil des mois, avec un minimum observé en janvier (3,19) et un maximum en avril (5,06). En ce qui concerne (2q), les valeurs les plus élevées sont également enregistrées en avril (4,43), tandis que la valeur la plus faible est notée en février (2,49).

Les valeurs de la richesse estimées par l'indice Chao 1 sont égales aux valeurs de la richesse observées pour l'ensemble des mois étudiés.

Tableau 6 : Les valeurs calculées des différents indices écologiques par les mois.

Hill Numbers	**Déc**	**Jan**	**Fév**	**Mar**	**Avr**
Nombre de relevés	19	19	19	19	19
$^{0}q = S$	6	6	6	7	8
Indice de Shannon (H')	5.92	3.19	3.29	4.58	5.06
$^{1}q = e^{H'}$	372.41	24.29	26.84	97.51	157.59
Indice de Simpson (D)	5.57	2.61	2.49	3.76	4.43
$^{2}q = 1/D$	0.18	0.38	0.40	0.27	0.23
Chao1	7.39	8.96	6	7	8.96

2.3. Phénologie des familles récoltées

Le calendrier phénologique des familles de coléoptères montre une variation marquée de la présence selon les mois. Cinq familles (Tenebrionidae, Chrysomelidae, Carabidae, Scarabaeidae et Coccinellidae) sont présentes de décembre à avril. En revanche, d'autres familles présentent une apparition plus restreinte et saisonnière. Ainsi, Apionidae est limitée à la période hivernale (décembre à février), tandis que Buprestidae, Dermestidae et Geotrupidae apparaissent uniquement au printemps, notamment en avril (fig 17).

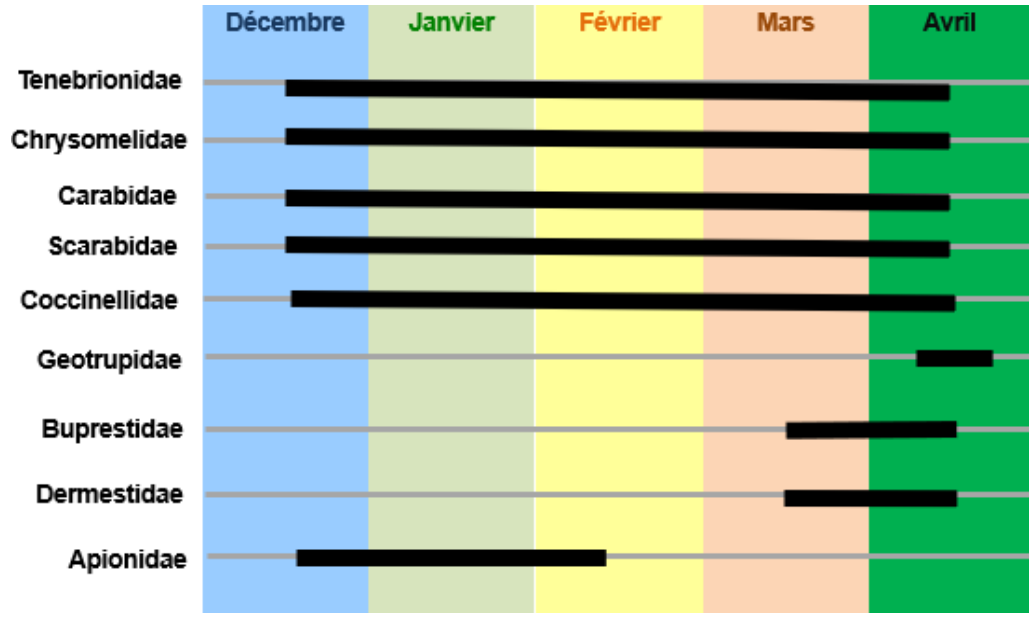


Figure17 : phénogramme des familles des coléoptères pendant la période d'étude.

3. Etude de la biodiversité spatiale

Un total de 1822 individus a été collecté dans les deux sites ; 550 individus (29,22%) à Bir El Ater, avec une moyenne de 61,11 individus et 1272 individus 70,77%) à Oum Ali, avec une moyenne de 141,33 individus (Fig18).

Dans le but de vérifier s'il existe une différence significative dans l'abondance des coléoptères entre les deux sites d'étude, le test de Mann-Whitney a été utilisé. Ce test non paramétrique a été choisi en raison de la non-normalité des données observées (Selon les tests de Shapiro-Wilk). Le résultat obtenu montre que la différence n'est pas statistiquement significative (p = 0.54).

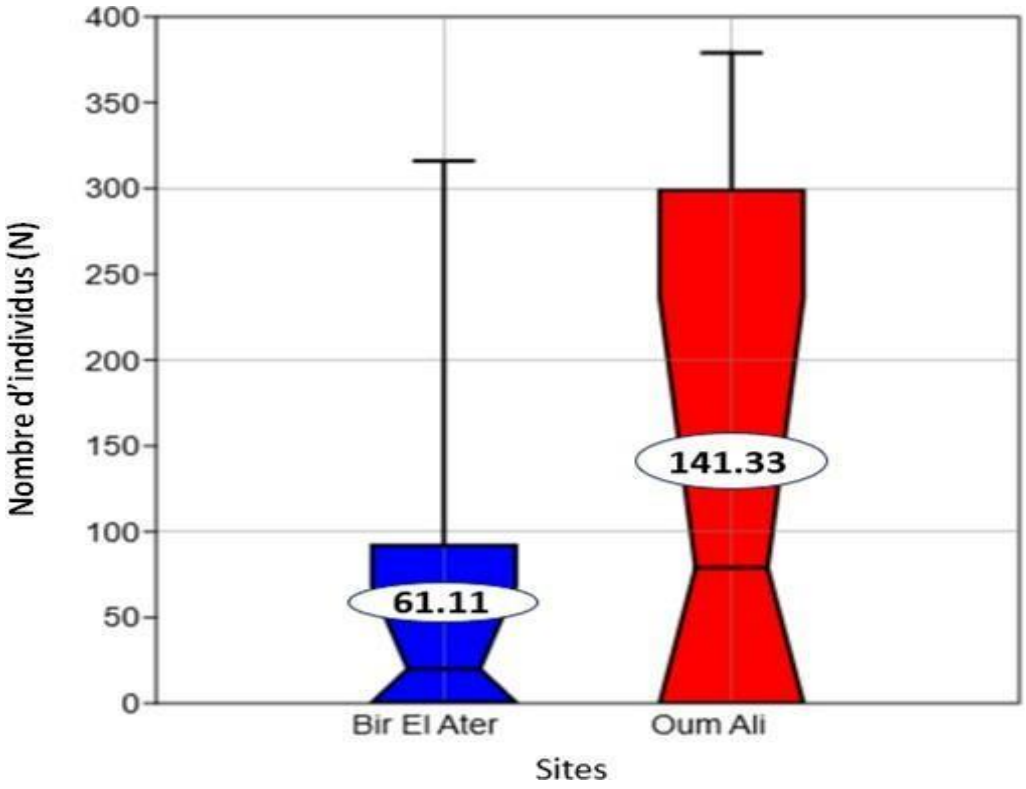


Figure18 : Boîtes à moustache représentant le nombre d'individus (N) par site. Les valeurs en cercles sont les moyennes.

3.1. Abondances absolues et relatives

D'après le test de normalité de Shapiro-Wilk, les communautés de coléoptères recensées au niveau des quatre (4) stations présentent une distribution non conforme à la normalité. En conséquence, une analyse non paramétrique a été privilégiée, et le test de Kruskal-Wallis a été appliqué afin d'évaluer l'existence d'éventuelles variations significatives dans l'abondance des coléoptères entre les stations échantillonnées. Les résultats de ce test

Indiquent que les différences d'abondance observées entre les stations ne sont pas statistiquement significatives (p = 0,62).

La station St4 (Oum Ali) est la station la plus abondante (695 individus, 36,92%), suivie par St3 (Oum Ali) avec une abondance absolue de l'ordre de 577 individus, soit 30,65% du total. Les deux autres stations St1 et St2, situées à Bir El Ater, enregistrent des abondances plus faibles étant respectivement 327 individus (17,37%) et 223 individus (11,84%). Spécifiquement, la famille Tenebrionidae s'est révélée la plus abondante dans les quatre (4) stations d'étude, avec des abondances relatives variant entre 31,80% et 59,64%. En deuxièmes position vient la famille Chrysomelidae (15,54% <AR% <22,32%), suivie par la famille Carabidae (6,04%<AR% <15,70%). Les autres familles identifiées présentent des abondances relativement faibles (<10%) à nulle (tab 7).

Tableau 7 : Abondance absolue (AA) et relative (AR%) dans les quatre stations d'étude, Tébessa.

	Bir El Ater				**Oum Ali**			
	St1		St2		St3		St4	
Famille	AR %	AA	AR%	AA	AR%	AA	AR%	AA
Tenebrionidae	**55.96**	183	**59.64**	133	**27.38**	158	**31.80**	221
Chrysomelidae	22.32	73	17.94	40	16.64	96	15.54	108
Apionidae	0.92	3	0	0	0	0	0	0
Scarabidae	3.36	11	4.04	9	1.91	11	0.14	1
Coccinellidae	6.12	20	2.69	6	0	0	0	0
Geotrupidae	0.31	1	0	0	0	0	0	0
Carabidae	11.01	36	15.70	35	6.41	37	6.04	42
Buprestidae	0	0	0	0	10.05	58	25.47	177
Dermestidae	0	0	0	0	37.61	217	21.01	146
Totaux	/	**327**	/	**223**	/	**577**	/	**695**

3.2. Indices de biodiversité

L'évaluation de la diversité des coléoptères pendant la période d'étude (5 mois) a été réalisée en combinant les Hill Numbers (q = 0, 1, 2) et l'estimateur Chao 1, afin d'obtenir une vision globale et robuste de la structure des communautés (tab 8).

Les résultats des indices de diversité calculés pour chaque station sont présentés dans le tableau ci-dessus. Le nombre des taxons (q_0), dans notre cas les familles, varie de 5 familles dans la station St2 à 7 familles dans la station St1, qui représente la plus grande richesse spécifique ($q_0 = 7$). Concernant (^1q), les valeurs les plus élevées sont observée dans les deux stations de Oum Ali : St3 (91,84) et St4 (93,69). En contrepartie, les valeurs de (^2q) sont plus élevées dans les deux stations de Bir El Ater : St2 (0,41) et St1 (0,38). Les valeurs de la richesse estimées par l'indice Chao 1 sont égales aux valeurs de la richesse observées au niveau de toutes les stations d'étude.

Tableau 8 : Les valeurs calculées des différents indices écologiques par station.

	Bir El Ater		Oum Ali	
Hill Numbers	St1	St2	St3	St4
Nombre de relevés	19	19	19	19
$^0q = S$	7	5	6	6
Indice de Shannon (H')	3,53	3,14	4,52	4,54
$^1q = e^{H'}$	34.12	23.10	91.84	93.69
Indice de Simpson (D)	2,64	2,43	3,89	4,22
$^2q = 1/D$	0.38	0.41	0.26	0.24
Chao 1	7	5	6	6

Discussion et Conclusion

Discussion

Cette section constitue une extension analytique des résultats obtenus concernant la diversité et la répartition des coléoptères dans deux écosystèmes distincts de la région de Tébessa : les agro-écosystèmes et les écosystèmes forestiers. En effet, elle est consacrée à l'analyse des résultats obtenus en ce qui concerne l'inventaire faunistique et la diversité des coléoptères recensés au sein de deux habitats écologiquement contrastés, à savoir l'agroécosystème de Rokka et l'écosystème forestier de Chaâchaâ, situés dans la région de Tébessa.

L'échantillonnage des coléoptères effectué durant cinq (5) mois d'étude du mois de décembre 2024 jusqu'au mois d'avril 2025, dans quelques habitats des deux (2) sites choisis, a permis de collecter 1822 individus répartis sur 9 familles. Dans d'autres types d'écosystèmes e.g. les zones humides salées de l'est algérien, Saouane et Nahal (2024) ont enregistré 470 individus appartenant à 19 familles au niveau du chott Tinsilt sur une période d'étude s'étendant sur une année complète, et Nahal et Aouad (2024) ont pu recenser 406 individus appartenant à 24 familles au niveau de la Sebkha Ezzemoul, au cours d'une année entière. En plus, dans un marais salé et humide, située dans la wilaya de Ain Temouchent, à l'ouest algérien, au cours d'une année, 3833 spécimens ont été collectés, répartis sur 31 familles (Boukli-Hacene, 2012). Cette différence pourrait être attribuée à maints facteurs, dont les plus importants sont : (i) les méthodes d'échantillonnage, (ii) la durée de la période d'échantillonnage, (iii) type de l'écosystème étudié. Il a été rapporté par Csaszar et al (2018) que les pièges couverts par un toit sont capables de capturer plus efficacement les arthropodes, surtout ceux de grande taille. Dans notre cas, les pots n'étaient pas couverts.

Les résultats obtenus ont révélé des différences notables entre les sites étudiés en termes de richesse taxonomique et d'abondance numérique des coléoptères. En effet, la richesse taxonomique était légèrement plus élevée à Bir El Ater, soit 7 familles vs. 6 familles à Oum Ali. En revanche, l'abondance relative (70,77%) était remarquablement plus élevée au niveau de Oum Ali, étant une forêt caractérisée par un couvert végétal de densité moyenne, par rapport à celle de Bir El Ater (29,22), étant un agroécosystème caractérisé par un couvert végétal relativement dense. Cette différence pourrait être attribuée à d'autres facteurs, à part le couvert végétal, bien qu'une corrélation entre l'abondance des coléoptères et le couvert végétal ait été mis en évidence dans plusieurs études (Amri et al, 2019 ; Amri, 2020). Toutefois, l'effet du

couvert végétal peut être atténué par des facteurs abiotiques dominants, en particulier dans les zones semi-arides (Tsafack et al, 2019), et la structure des communautés d'arthropodes varie considérablement d'un écosystème à un autre, sans nécessairement suivre la richesse végétale apparente (Magura et al, 2002). Parmi ces facteurs, on cite la structure du sol, l'humidité microclimatique, la stabilité de l'habitat et l'intensité des perturbations anthropiques dans les systèmes agricoles. Entre les stations, les différences qui ont été observées n'étaient pas statistiquement significative ($p = 0,62$).

L'analyse combinée des indices de Hill (q_0, q_1, q_2) a permis de mettre en évidence des variations spatiales et temporelles dans la structure des communautés coléoptériques de la région de Tébessa. D'un point de vue spatial, la richesse spécifique observée (q_0) est plus élevée dans la station agricole ST1 ($q_0 = 7$), comparée aux stations forestières ST3 et ST4 ($q_0 = 6$) et à la station ST2 ($q_0 = 5$). Toutefois, ce niveau de richesse ne reflète pas nécessairement une plus grande diversité. En effet, les valeurs de q_1, qui traduisent la diversité effective tenant compte de l'abondance relative, sont nettement plus élevées dans les stations forestières (ST3 = 91,84 ; ST4 = 93,69) par rapport aux stations agricoles (ST1 = 34,12 ; ST2 = 23,10). Cela indique que les communautés forestières sont plus équilibrées et moins dominées par une seule famille. Effectivement, l'indice q_2 (Simpson) montre des valeurs plus fortes dans les stations agricoles (ST1 = 0,38 ; ST2 = 0,41), ce qui suggère une dominance marquée de certaines familles, notamment les Tenebrionidae, dans ces habitats.

Sur le plan temporel, la richesse spécifique (q_0) évolue au fil des mois, passant de 6 familles en hiver (décembre à février) à 8 familles au printemps (avril). Les valeurs de q_1 augmentent également, atteignant leur maximum en avril (157,59), ce qui coïncide avec une période d'activité biologique intense. De même, q_2 est plus élevé au printemps (avril = 4,43), traduisant une répartition plus équitable des individus entre les familles.

En ce qui concerne l'estimateur de richesse Chao1, les valeurs de la richesse estimées par l'indice Chao 1 sont égales aux valeurs de la richesse empiriques, indiquant une bonne représentativité de l'échantillonnage. L'apparition différenciée de certaines familles au fil des mois témoigne de leur adaptation aux variations environnementales, notamment climatiques, et souligne leur rôle fonctionnel spécifique dans l'écosystème.

Conclusion

Conclusion

Cette étude réalisée dans la région de Tébessa met en évidence certain aspects de la diversité faunistique de l'ordre des Coléoptères qui est marquée par des variations spatio-temporelles en fonction des mois et des types d'écosystèmes.

En définitive, des investigations complémentaires, incluant une identification taxonomique au-delà du niveau familial, et une analyse approfondie des interactions écologiques avec les facteurs abiotiques, permettraient de compléter ces résultats et de mieux maîtriser les fonctions écologiques remplies par ce groupe dans l'étage semi-arides auquel appartient la région de Tébessa.

Liste de références

-A-

Amri, C (2020). Evaluation de la diversité de l'entomofaune carabique (Coleoptera : Carabidae) dans les Chotts de l'Est Algérien. Thèse de Doctorat Université Labi Tebessi, Tébessa. Algérie.

Amri, C ; Neffar, S ; Ouchtati, N ; And Chenchouni, H (2019) "Spatiotemporal patterns of ground beetle diversity (Coleoptera: Carabidae) in a Ramsar wetland (Chott Tinsilt) of Algeria," Turkish Journal of Zoology: Vol. 43: No. 5, Article 9 .

-B-

Benabid, A. (1993). Flore et écosystèmes du Maroc : Évaluation et préservation de la biodiversité. Ibis Press.

Bennas, N. (2002). Diversité des coléoptères du Maroc. Université Mohammed V.

Bertin, A. (1923). Les insectes : Vie et mœurs. Dela grave.

Bigot, L., et Bodot, J. (1973). Analyse écologique des peuplements. Masson.

Bohac, J. (1999). Staphylinid beetles as bioindicateurs. Agriculture, Ecosystems & Environement, 74(1–3), 357–372.

Bouchard, P., Bousquet, Y., Davies, A. E., Alonso-Zarazaga, M. A., Lawrence, J. F., Lyal, C. H. C., ... et Newton, A. F. (2009). Family-group names in Coleoptera (Insecta). ZooKeys, (88), 1–972.

Boukli Hacene, N. (2012). Biodiversité des insectes en Algérie. Université d'Oran.

Boulinier, T., Nichols, J. D., Sauer, J. R., Hines, J. E., et Pollock, K. H. (1998). Estimating species richness: The importance of heterogeneity in species detectability. Ecology, 79(3), 1018–1028.

-C-

Chao, A. (1984). Non-parametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics, 11, 265–270.

Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K., et Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. Ecological Monographs, 84(1), 45–67.

Charrier, M. (2001). Morphologie des insectes. Université de Rennes.

Crowson, R. A. (1981). The biology of the Coleoptera. Academic Press.

Csaszar, A., Marko, V., & Kovacs, E. (2018). Efficiency of different pitfall trap designs in capturing ground-dwelling arthropods. Journal of Insect Conservation, 22(4), 601–610.

-D-

Dajoz, R. (1985). Précis d'écologie (6e éd.). Dunod.

Du Chatenet, G. (2005). Les coléoptères de France. Belin.

-G-

Godard, J. (2006). Techniques de collecte des insectes. INRA Éditions.

Grove, S. J. (2002). Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests. Annual Review of Ecology and Systematics, 33, 1–23.

Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2014). The insects: An outline of entomology (5th ed.). Wiley-Blackwell.

-J-

Jekel, H. (1865). Iconographie des coléoptères. Paris.

-K-

Kromp, B. (1999). Carabid beetles in sustainable agriculture: A review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. Agriculture, Ecosystems & Environnement, 74(1–3), 187–228.

-L-

Lamotte, M. (1969). Méthodes quantitatives d’étude des peuplements. CNRS.

Lassau, S. A., Hochuli, D. F., Cassis, G., et Reid, C. A. M. (2005). Effects of habitat complexity on forest beetle diversity: Do functional groups respond consistently? Ecological Applications, 15(6), 1969–1980.

Lawrence, J. F. (1995). Coleoptera morphology. In Handbook of Zoology. De Gruyter.

Lefèvre, F. (2011). Les antennes des insectes : Formes et fonctions. Université d'Angers.

Lövei, G. L., et Sunderland, K. D. (1996). Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). Annual Review of Entomology, 41, 231–256.

-M-

Magura, T., Tóthmérész, B., & Molnár, T. (2002). Comparison of spider (Araneae) assemblages in a forested and an adjacent open habitat. Biodiversity & Conservation, 11, 1773–1789.

Maus, C., et Barzman, M. (1998). Parasitoids and biological control. Entomophaga, 43(2), 137–144.

McHugh, J. V. (2009). A review of the life history of beetles. Annual Review of Entomology, 54, 585–608.

-N-

Nahal, M., & Aouad, B. (2024). Inventaire des coléoptères de la Sebkha Ezzemoul (Biskra, Algérie). Bulletin de la Société zoologique d'Algérie, 18, 45–52.

Nahal, M., & Saouane, R. (2024). Diversité des coléoptères dans le chott Tinsilt, Est algérien. Revue des Sciences Biologiques, 21(1), 60–68.

-O-

ONS 2023. Office National des Statistiques. Monographie de la wilaya de Tébessa. Alger 2023

Ozenda, P. (1982). Les végétaux dans la biosphère. Masson.

-R-

Rainio, J., et Niemelä, J. (2003). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. Biodiversity & Conservation, 12, 487–506.

Ramade, F. (2003). Éléments d'écologie : Écologie fondamentale. Dunod.

Riba, G., et Silvy, C. (1989). Techniques d'échantillonnage en entomologie. CIRAD.

-S-

Sainte, C. (1995). Anatomie et biologie des coléoptères. INRA.

Seago, A. E., Brady, P., Vigneron, J. P., et Schultz, T. D. (2009). Gold bugs and beyond: A review of iridescence and structural colour mechanisms in beetles (Coleoptera). Journal of the Royal Society Interface, 6(Suppl 2), S165–S184.

Slipinski, A. (2007). Coleoptera biodiversity. CSIRO Publishing.

Speight, M. C. D. (1989). Saproxylic invertebrates and their conservation. Council of Europe.

Stewart, J. W. (1969). Climatic classification in North Africa. Ecologia Mediterranea, 10(2), 113–118.

-T-

Triplehorn, C. A., et Johnson, N. F. (2005). Borror and DeLong's introduction to the study of insects (7th ed.). Brooks Cole.

Tsafack, N., Dounia, K. R., & Mony, C. (2019). Influence of abiotic factors on arthropod diversity in semi-arid ecosystems. African. Journal of Ecology, 57(3), 299–309.

-V-

Vincent, M. (1992). Biologie de Calosoma sycophanta, un carabidé prédateur. Annales de la Société Entomologique de France, 28(3), 225–231.

-W-

Weseloh, R. M. (1985). Predation of gypsy moth larvae by Calosoma sycophanta. Journal of Applied Entomology, 99(1), 20–25.

Webography

https://quelestcetanimal-lagalerie.com/coleopteres/.

https://fr.tutiempo.net/climat/algerie.html