



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي - تيسة -
UNIVERSITÉ ECHAHID CHEIKH LARBI TEBESSI – TEBESSA–
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de La Nature et de La Vie
Département Biologie des Êtres Vivants
Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master
Domaine : Sciences de la nature et de la vie (SNV)
Filière : Sciences biologiques
Option : Ecophysiologie Animale

Thème

**Etude de la variation morphométrique des espèces carabiques
(*Carabidae, Coleoptera*) dans l'étage bioclimatique semi-aride
– wilaya de Tébessa -**

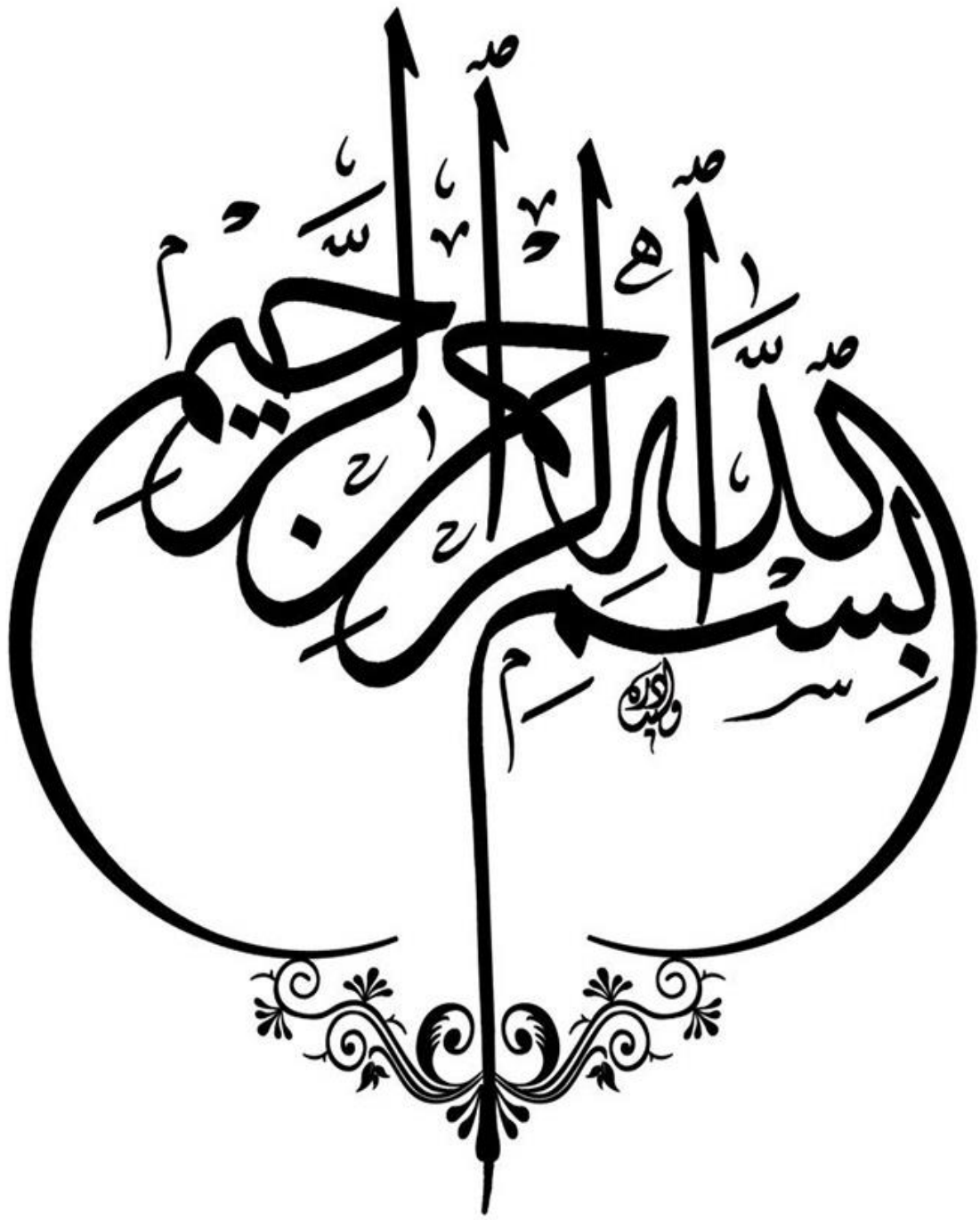
Présenté par:

Mme. Beghagha Asma

Le jury :

Présidente :	Dr. Macheroum Amale	MCB	-Université de Tébessa-
Examinatrice :	Dr. Benarfa Noujoud	MCB	-Université de Tébessa-
Promotrice :	Dr. Amri Cherine	MCA	-Université de Tébessa-

Année universitaire : 2022/2023



Remerciements

Je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et terminer ce mémoire.

Mes remerciements s'adressent aux membres de jury : Dr. MACHROUME Amel maître de conférences 'B', d'avoir accepté la présidence du jury de ce mémoire. Je remercie particulièrement Dr. BENARFIA Noujoud maître de conférences 'B', d'avoir accepté d'examiner mon travail avec tout mon profond respect.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas vu le jour sans l'aide de l'encadrement de Mme. AMRI Chérine maître de conférences 'A', je la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience durant toute la phase de préparation.

Mes profondes gratitudeux aux mes enseignants de département des êtres vivants. Exceptionnellement à Pr. MERABTI Mohamed Ennacer pour l'aide, le soutien moral et les encouragements. J'exprime mon profond respect à Pr. DJABRI Belkacem le doyen de la faculté des sciences de la terre et sciences de la nature et de la vie, Pr. TINE Samir chef de département des êtres vivants pour son accueil, Pr. DJEBAR Fouzia (Mme. TINE), Dr. DJELLEC Sihem, Dr. HANNACHI Mohamed Sallah, notre enseignante chère demoiselle SOLTANI Meriem ; Mr. AMARA Ettahir qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.

Je remercie Mme. Bouwachma Folla attachée administrative à la scolarité de département des êtres vivants.

Mes remerciements vont aussi à ma chère maman « omi » que je suis fière d'elle de toute ma vie, mes sœurs Oulfa, Bouhra et Toumader, mon frère Mohamed Nadir pour leurs générosité et la grande patience dont ils ont su faire preuve durant cette phase. Khali que je l'aime de tout mon cœur MERABTI Belkacem, mes oncles : Nourddine, Adel et Messaoud pour le soutien moral et pour m'aider.

Je remercie le père de mon mari ACHOURI Elmahri qui a accepté et m'a aidé de déposer les stations sur son champ de céréales.

Je remercie ma petite famille : mon mari Karim et mes filles : Khadija, Safia, Halla, Zeineb et Fatima Batoul qui ont fait preuve d'une solidarité et d'une patience sans pareil qui m'a encore encouragé à persévérer pour terminer ce mémoire.

BEGHAGHA Asma

Résumé

Cette étude a traité la variation des paramètres morphométriques quantitatifs ; à savoir la taille totale, les pattes postérieures, le pronotum, les élytres, les antennes et l'abdomen, des communautés de carabidés capturés dans différents milieux, dans la région de Tébessa. La faune a été échantillonnée tous les quinze jours à l'aide de pièges Barber, installés dans quatre (4) stations, sur une période d'étude s'étalant de Décembre 2022 à Mai 2023. L'utilisation des tests de comparaison Kruskal-Wallis, a montré qu'il y a une différence significative des variables morphologiques quantitatives, entre les espèces des milieux étudiés. En plus, l'analyse de ces variables a permis de caractériser les espèces de chaque milieu. En effet, les espèces de la station B1 (champ de céréales) sont de bons coureurs et chasseurs, tandis que les espèces des deux (2) stations B2 (milieu naturel) et PR (pépinière) sont des creuseurs. La taille totale des espèces récolées a indiqué que ces milieux sont en déséquilibre et subissent une perturbation, traduisant les conditions sévères qui prévalent dans ces milieux.

Mots clés : Carabidae, variables quantitatives, Milieux, semi-aride, Tébessa.

Abstract

This study treated the variation of quantitative morphometric parameters; namely the total size, the hind legs, the pronotum, the elytra, the antennae and the abdomen, of the carabid communities captured in different environments, in the region of Tébessa. The fauna was sampled fortnightly using Barber traps, installed at four (4) stations, over a study period extending from December 2022 to May 2023. The use of Kruskal- Wallis, showed that there is a significant difference in quantitative morphological variables between the species of the environments studied. In addition, the analysis of these variables made it possible to characterize the species of each environment. Indeed, the species from station B1 (cereal field) are good runners and hunters, while the species from the two (2) stations B2 (natural environment) and PR (plant nursery) are diggers. The total size of collected species indicated that these environments are out of balance and undergoing disturbance, reflecting the severe conditions prevailing in these environments.

Keywords: Carabidae, quantitative variables, environment, semi-arid, Tébessa.

المخلص

اهتمت هذه الدراسة بمعالجة مختلف المتغيرات الشكلية القابلة للقياس المتمثلة في: الحجم الكلي، الصدر من جهة الظهر، البطن، طول الاجنحة، الارجل الخلفية و قرون الاستشعار، و ذلك لمجموعة من خنافس الأرض التي تم جمعها من أوساط مختلفة في مدينة تبسة. تمت عملية اخذ العينات كل 15 يوم عن طريق استخدام مصيدة باربر، موزعة على 4 محطات، خلال الفترة الممتدة من ديسمبر 2022 الى غاية ماي 2023. استخدام اختبار المقارنة كريسكال واليس اكد وجود اختلاف ملموس في المتغيرات الشكلية الكمية لمختلف أنواع الخنافس الأرضية المدروسة في مختلف الأوساط. بالإضافة الى ان تحليل هذه المتغيرات أدى الى تحديد خصائص كل نوع حسب الوسط الذي يعيش فيه. بالفعل، نجد الأنواع الخاصة بالمحطة الأولى (حقل القمح) ذات قدرة عالية على الجري و الصيد، بينما تلك الخاصة بالمحطة الثانية (وسط طبيعي) و الثالثة (مشتلة) لهم القدرة على الحفر. الحجم الكلي للأنواع المتحصل عليها بين ان الأوساط الحيوية في حالة عدم توازن و تتعرض الى اضطرابات، و هذا يترجم الظروف الجد صعبة السائدة في هذه الأوساط.

الكلمات المفتاحية: خنافس الأرض، المتغيرات الكمية، الأوساط، شبه جاف، تبسة.

Table des matières

Introduction	1
Chapitre 1.....	1
Aperçu général sur les coléoptères carabiques.....	1
1. Diversité et position systématique.....	3
2. Morphologie générale	3
3. Grandes fonctions chez les carabidés adultes	7
3.1. Appareil digestif.....	7
3.2. Appareil circulatoire	8
3.3. Appareil respiratoire	8
3.4. Système nerveux	9
3.5. Organes génitaux des carabidés	9
4. Relations morphologie-facteurs environnementaux	10
4.1. Variations macromorphologiques.....	10
4.2. Variations micromorphologiques.....	11
5. traits fonctionnels des carabiques.....	11
5.1. Régime alimentaire.....	11
5.2. Taille et mobilité	12
5.3. Reproduction et cycle biologique	13
5.4. Habitat et écologie des carabidés	14
6. Importance des carabidés	14
Chapitre 2 :	16
Matériel et méthodes	16
1. Présentation de la région d'étude	16
1.1. Situation géographique	16
1.2. Couvert végétal	16
1.3. Climat	17
2. Choix des stations	18
3. Echantillonnage sur terrain.....	20
3.1. Méthode de collecte	20
3.2. Design expérimental	20
4. Travail au laboratoire.....	21
4.1. Tri, dénombrement et conservation.....	21

4.2. Mesure des paramètres morphométriques.....	22
5. Analyse des données	23
5.1. Abondance et l'activité densité	23
5.2. Tests statistiques	24
Chapitre 3.....	25
Résultats et traitement des données.....	25
1. Abondance.....	25
2. Activité densité.....	26
3. Etude des paramètres morphométriques	27
3.1. Taille totale (TT).....	27
3.2. Fémur de la patte postérieure (Fem)	27
3.3. Tibia de la patte postérieure (Tib)	28
3.4. Tarse de la patte postérieure (Tar)	29
3.5. Antennes (An)	30
3.6. Pronotum (Pr)	31
3.7. Elytres (Ely).....	32
3.8. Abdomen (Ab).....	33
4. Variations spatiales des paramètres morphométriques	34
Chapitre 4. Discussion et conclusion	35
Références	39

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques des stations d'étude.....	20
Tableau2 . Abondance absolue (N) et abondance relative (N%) des carabidés et d'autres groupes taxonomiques dans les différentes stations d'étude, Tébessa.....	25
Tableau 3. Résultats des tests de différences en activité densité (AD) et les autres pourcentages d'Arthropodes, Tébessa.....	26
Tableau 4. Variation spatiale des paramètres morphométriques entre les stations d'étude. Les résultats des tests Kruskal-Wallis sont donnés comme χ^2 et p-value, Tébessa.	34

Liste des figures

Figure 1. Morphologie de la tête: à gauche la partie ventrale et à droite partie dorsale (Roger, 2003).....	4
Figure 2. Morphologie du prothorax (dessus) et ptérothorax (Roger, 2003)	4
Figure 3. Morphologie du prothorax (dessous) et l'abdomen (Roger, 2003)	5
Figure 4. Morphologie du prothorax et l'abdomen avec la position du trochanter (Roger, 2003).....	5
Figure 5. Les principaux types de morphologies chez les Carabidae et les espèces types (Dajoz, 2002).....	7
Figure 6. Appareil digestif d'un carabidé adulte (Jeannel, 1941)	8
Figure 7. organe génital femelle des Carabiques (Jeannel, 1941).....	9
Figure 8. organe génital male des Carabiques (Jeannel, 1941)	10
Figure 9. Continuum trophique des carabes, allant des granivores aux carnivores strictes (Carbone, 2020).....	12
Figure 10. Cycle biologique de la famille des Carabidae (adapté de Beenkens, 2021)	13
Figure 11. Position géographique et limites de la wilaya de Tébessa.....	16
Figure 12. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la wilaya de Tébessa: en haut (1972-2017), en bas (2022-2023).....	17
Figure 13. Position de la région de Tébessa d'étude sur le climagramme d'Emberger (Mebarkia, 2021).....	18
Figure 14. Les stations d'étude (Cliché Beghagha, 2022)	19
Figure 15. Le design expérimental adopté dans les stations d'étude.	21
Figure 16. Matériel utilisé dans le tri et le dénombrement des carabidés (Cliché Beghagha, 2023).....	22
Figure 17. Différentes mesures morphométriques d'un carabidé (Cliché Beghagha, 2023). ..	23
Figure 18. Nombre d'individus (N) des carabidés récoltés dans les différentes stations d'étude2. Activité densité.....	26
Figure 19. Boxplots montrant les valeurs mesurées de la taille totale (TT) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes.....	27
Figure 20. Boxplots montrant les valeurs mesurées des fémurs (Fem) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes	28
Figure 21. Boxplots montrant les valeurs mesurées des tibias (Tib) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes	29
Figure 22. Boxplots montrant les valeurs mesurées des tarsi (Tar) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes	30
Figure 23. Boxplots montrant les valeurs mesurées des antennes (An) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes	31
Figure 24. Boxplots montrant les valeurs mesurées des pronotums (Pr) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes	32

Figure 25. Boxplots montrant les valeurs mesurées des élytres (Ely) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes 33

Figure 26. Boxplots montrant les valeurs mesurées des abdomens (Ab) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes. 34

Introduction



Introduction

Les carabidés sont des insectes appartenant à l'ordre des coléoptères dont ils représentent environ 10% des espèces décrites. La famille Carabidae compte de nombreuses sous-familles représentant plus de 1800 genres et 40 000 espèces dans le monde (Dajoz, 2002). Ils sont un modèle d'étude largement utilisé dans de nombreux domaines, ce qui fait d'eux un groupe d'insectes dont l'écologie est bien étudiée (Carbon, 2020).

En dépit de l'énorme diversité taxonomique des carabidés, les variations dans la structure corporelle de base restent peu et moins remarquables (Thiele, 1977). Dans ce contexte, de nombreuses études sur les adaptations morphologiques de ce groupe taxonomique ont tenté d'associer des caractères morphologiques à des habitats et à des différences d'habitudes, notamment de locomotion et de modes de nutrition (Evans et Forsythe, 1984).

En Algérie, les travaux réalisés sur cette famille sont peu et portent essentiellement sur leur composition faunistique et biodiversité *e.g.* Bedel (1895), Antoine (1955 - 1962), Pierre (1958), Chavanon (1994) et Chavanon *et al* (1995), Ouchtati (2013), Saouach (2015), Amri *et al* (2019). En contrepartie, l'étude morphométrique des espèces carabiques n'a pas attiré l'attention des chercheurs algériens, et seuls les traits fonctionnels ont été évalués dans quelques études publiées *e.g.* Ouchtati *et al* (2020) et Amri et Ouchtati (2023).

Dans le présent travail, maints types d'écosystèmes ont été ciblés, à savoir les milieux naturels, les agroécosystèmes, milieux urbanisés. De ces milieux, l'entomofaune carabique a été collectée afin d'étudier les paramètres morphométriques quantitatifs. En effet, les mesures de quelques parties corporelles ont été prises en considération et analysées. Ce travail comme le premier à aborder ce volet, étant données que la quasi-totalité d'études porte sur la biodiversité taxonomique et les traits fonctionnels, notamment qualitatifs. Par conséquent, la problématique est la suivante : « les variables morphométriques quantitatives choisies *a priori*, seraient-elles influencées par le type d'écosystèmes dans les conditions locales de la région de Tébessa, appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride ? »

Une hypothèse au départ de l'étude a été émise, selon laquelle les variations spatiales des paramètres morphométriques quantitatifs seraient très significatives, étant donné que ce groupe taxonomique est connu par sa grande sensibilité vis-à-vis tout changement du milieu.

Pour répondre à cette question, plusieurs objectifs sont visés:

- Mesurer différentes parties du corps des carabidés récoltés dans des différents écosystèmes ;
- Voir s'il y a une différence significative dans les paramètres mesurés entre les stations d'étude.

Le présent travail comporte quatre (4) parties:

- Chapitre 1, dans lequel on donne un aperçu général des coléoptères carabiques ;
- Chapitre 2, Dans lequel on a présenté la zone d'étude et a décrit le matériel utilisé et méthodes de travail adoptées ;
- Chapitre 3, concerne les résultats et le traitement des données ;
- Chapitre 4, discussion et conclusion, où on a exposé toutes les explications des résultatsobtenus et les perspectives.

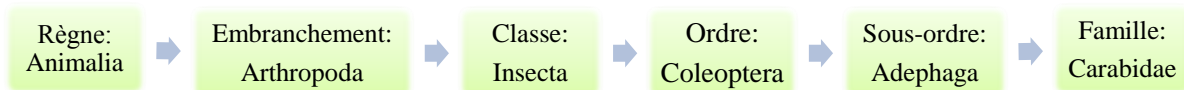
Chapitre 1.

Aperçu général sur les coléoptères carabiques



1. Diversité et position systématique

Les coléoptères constituent le plus riche ordre d'insectes avec plus de 300000 espèces identifiées dans le monde, et également comporte les insectes les plus petits et les plus gros connus (Levaut, 2012). Parmi ces coléoptères, la famille des Carabidae représente la famille la plus abondante et la plus diversifiée (Roger, 2003). En effet, on compte 40000 à 60000 espèces réparties dans le monde entier (Ravaomanarivo, 2014). En général, la position systématique des carabidés dans le règne animal peut être donnée comme suit :



2. Morphologie générale

Comme caractéristiques morphologiques, la forme corporelle des carabidés est assez uniforme entre les espèces ; elle est allongée peu aplatie. Ils sont bruns ou noirs pouvant être ternes ou luisants avec un reflet métallique, la tête, le thorax et l'abdomen sont bien différenciés

(McGavin, 2000). La tête des carabidés est constituée généralement par certains nombres de « somites » ; en avant de la bouche (oculaire, antennaire et postantennaire), trois postoraux (mandibulaire, maxillaire et labial). La tête des carabidés est robuste, arrondi, elle s'encastre dans le prothorax en général (Figure1) (Jeannel, 1941). Le thorax est composé de prothorax (pronotum), mésothorax (mésonotum) et métathorax (métanotum), dont le pronotum est l'élément le plus volumineux, porte la paire antérieure des pattes ; le mésonotum contient la paire de pattes intermédiaires et les élytres, est constitué d'une seule pièce scutellum au-dessus, le dessous est constitué par une pièce centrale « mésosternum » ; dans le métathorax on distingue la paire postérieures des pattes et les ailes membraneuses, le métasternum est placé au centre (partie ventrale) (Figures 2, 3) (Duchatenet, 1986). L'abdomen est constitué de six segments (sternite) dont les trois premiers sont soudés en un vaste arceau unique ; mais les rapports de cet arceau avec les pièces pleurales établissent qu'il est bien formé de trois segments. La face tergale de l'abdomen fait voir la trace de huit tergites, chacune pourvu d'un stigmate, et représentant les urotergites II à IX. Le dernier, ou urotergite IX, est le pygidium qui fait le plus souvent saillie après le bord apical des élytres. En arrière de ces segments visibles se trouvent donc encore le sternite IX et tout l'urite X qui sont rétractés dans l'abdomen, invaginés avec l'armure génitale dont ils font partie, le sternite IX est divisé en

deux sclérites à peu près symétriques ; l'urites X, ou « segment génital » est très modifié et d'ailleurs très différent dans les deux sexes (Figures 2,3) (Jeannel, 1941).

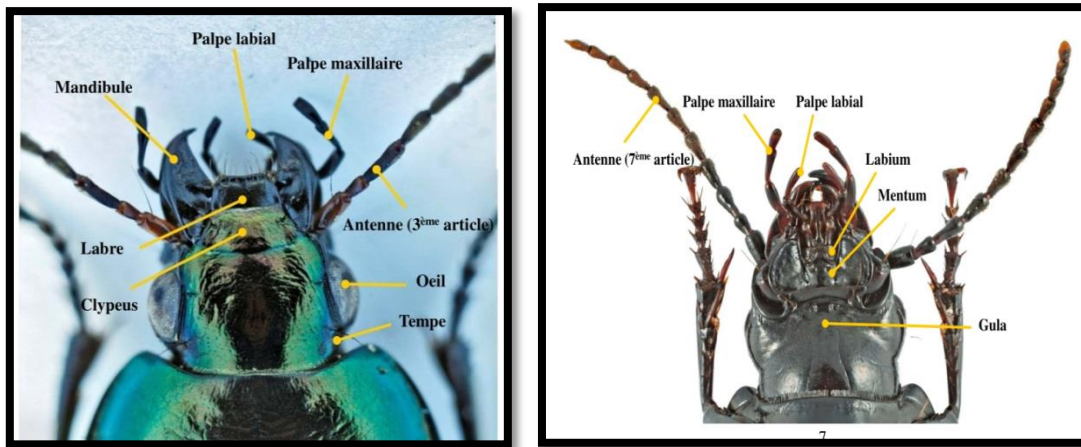


Figure 1. Morphologie de la tête: à gauche la partie ventrale et à droite partie dorsale (Roger, 2003).

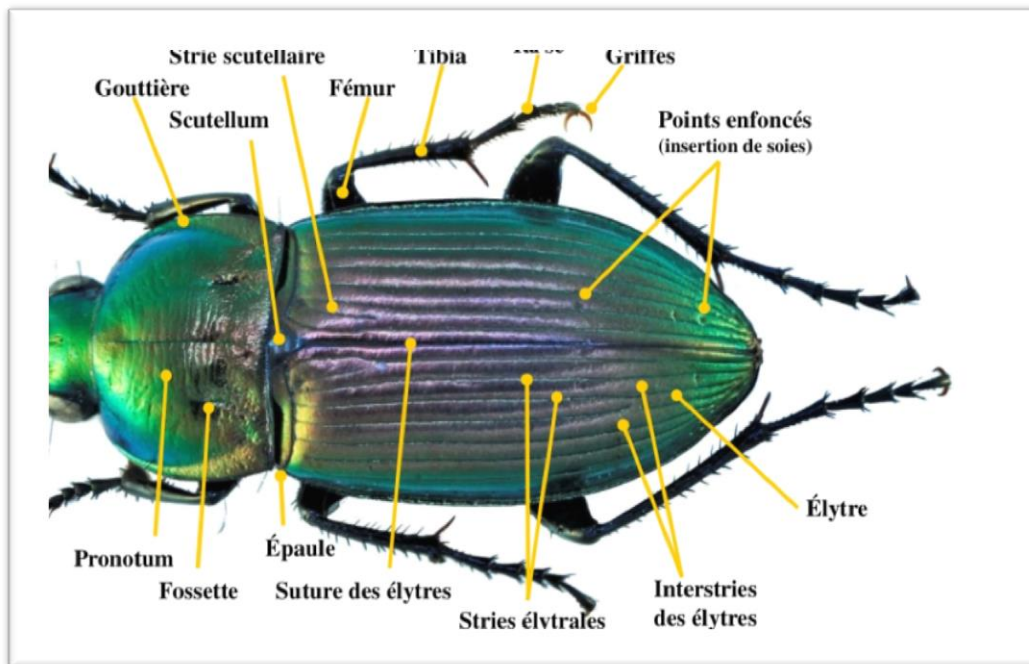


Figure 2. Morphologie du prothorax (dessus) et ptérothorax (Roger, 2003)

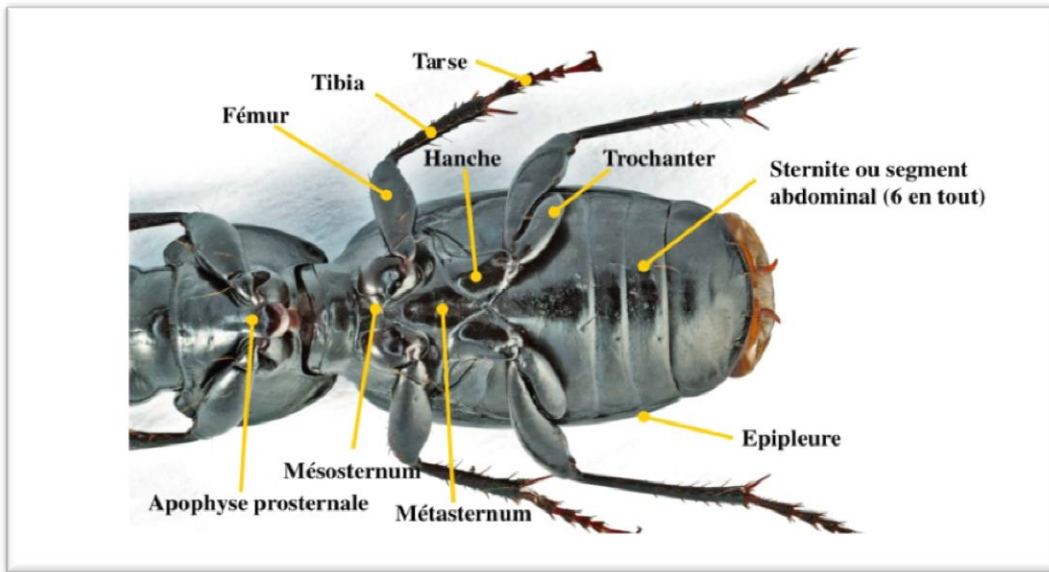


Figure 3. Morphologie du prothorax (dessous) et l'abdomen (Roger, 2003)

La reconnaissance d'un carabidé d'un autre Coléoptère est basée sur plusieurs critères dont le plus déterminant est sans aucun doute la taille et la position du trochanter des pattes postérieures (Figure 4) (Roger, 2003).

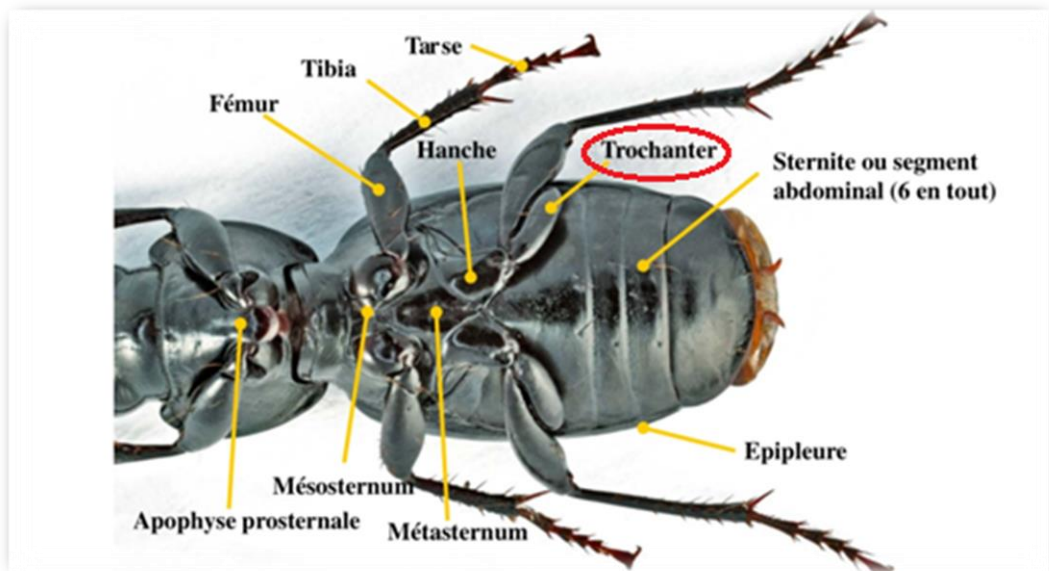


Figure 4. Morphologie du prothorax et l'abdomen avec la position du trochanter (Roger, 2003).

Selon Dajoz (2002) et Krunbiegel (1936), les Carabidae sont divisés en 3 grandes catégories morphologiques qui ont évolué en relation avec leurs habitudes alimentaires (Figure 5) :

- La cychrisation, qui se rencontre principalement chez les mangeurs de gastéropodes comme les *Cychrus*, les *Scaphinotus*... Ces individus présentent une tête et un prothorax étroits ainsi qu'une constriction entre le thorax et l'abdomen assure une bonne mobilité de l'animal permettant une meilleure pénétration dans les coquilles.

- La procérisation, qui se rencontre chez les espèces qui brisent la coquille des gastéropodes ou le tégument des autres arthropodes prédatés. Leur corps tend donc à être relativement massif avec une large tête et possède des mandibules puissantes. Le pronotum est transverse et on observe toujours une constriction de l'abdomen (*Procerus gigas* et le genre *Manticora* chez les Cicindèles par exemple).

- L'abacisation, qui comme chez *Abax parallelepipedus* au corps large et déprimé, et chez les *Carabus*, se caractérise par la forme et le poids du corps permettant à ces espèces de maîtriser leurs proies. Le pronotum est transverse et la constriction avec l'abdomen a disparu.

La largeur de la tête et du pronotum augmentent plus ou moins relativement avec celle des élytres, d'un type à l'autre (Tenailleau *et al.*, 2011).

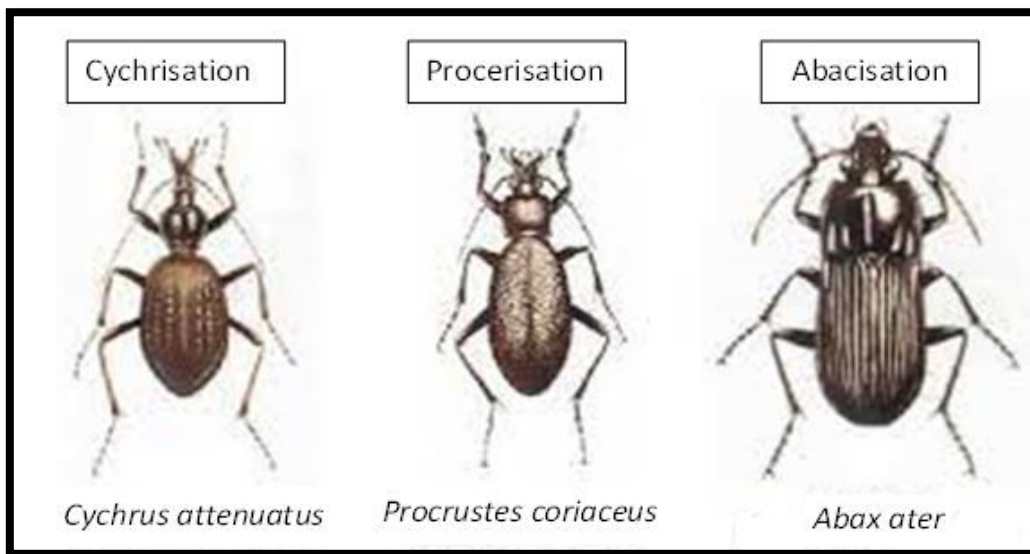


Figure 5. Les principaux types de morphologies chez les Carabidae et les espèces types (Dajoz, 2002).

3. Grandes fonctions chez les carabidés adultes

3.1. Appareil digestif

Le tube digestif est relativement court, à peine plus long que la longueur du corps de la bouche à l'anus. Il comprend trois régions (Figure 6) :

- L'intestin antérieur, comprend le pharynx, l'œsophage, le jabot et le gésier.
- L'intestin moyen, commence à la valvule cardiaque et s'étend jusqu'à l'abouchement des tubes de Malpighi Il est la partie digérante de l'appareil ; la vésicule chylifique porte des « cœcums gastriques », ou « glandes gastriques » très nombreuses, simples diverticules de l'intestin moyen.
- L'intestin postérieur, commence aux tubes de Malpighi, Il est formé d'une première partie grêle et d'une ampoule rectale dans laquelle débouchent les glandes anales (Jeannel, 1941).

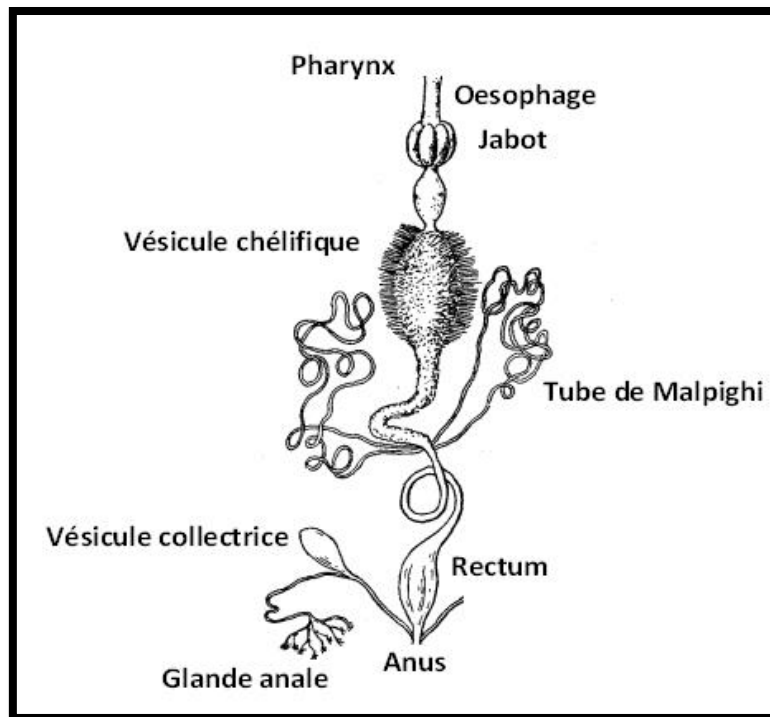


Figure 6. Appareil digestif d'un carabidé adulte (Jeannel, 1941)

3.2. Appareil circulatoire

Le liquide sanguin des insectes est contenu dans la cavité générale, il n'existe pas d'appareil circulatoire close ; le liquide sanguin pénétrant dans les appendices locomoteurs, pattes et ailes, la pénétration du liquide effectuée par le « vaisseau dorsal » étendu le long de la paroi dorsale de la région abdominale. Il est formé par une série de chambres séparées par des étranglements, en même nombre que les segments abdominaux, terminé en cul-de-sac en arrière, et par des mouvements de contractions le sang est aspiré par les ostioles (ouvertures latérales situant le long du vaisseau dorsal) de la cavité générale d'arrière en avant vers la cavité générale du thorax et la tête passant par l'aorte (Jeannel, 1941).

3.3. Appareil respiratoire

Les stigmates sont les orifices respiratoires ; il y a neuf paires, une paire de grands stigmates s'ouvre entre le prothorax et le mésothorax, les huit autres paires sont abdominales. Les paires abdominales sont des orifices entourés simplement par un anneau chitineux, rond ou elliptique (péritrème). La paire thoracique est formée par deux grandes fentes, fermées par deux lèvres, repliées et munies de poils. Les troncs trachéens naissant des stigmates sont reliés entre eux

par des troncs longitudinaux et communiquent par des anastomoses transversales ; à partir de troncs longitudinaux se ramifient les faisceaux trachéens secondaires qui se résolvent en fines trachées dans tous les organes (Jeannel, 1941).

3.4. Système nerveux

Ce système est formé d'une chaîne ganglionnaire ventrale, en rapport en avant avec un collier œsophagien, comprend une partie située au-dessus du tube digestif, les ganglions cérébroïdes, réunie par des commissures latérales aux ganglions sous-œsophagiens. Les nerfs antennaires et optiques sont prévenus des ganglions cérébroïdes, les ganglions sous-œsophagiens innervent la tête et le reste des pièces buccales. La chaîne ganglionnaire ventrale des Caraboidea est constituée par une suite de dix ganglions, un par segment thoracique et neuf abdominal. Par des « connectifs » doubles les ganglions sont unis les uns aux autres, ces connectifs sont plus longs dans le thorax que dans l'abdomen (Jeannel, 1941).

3.5. Organes génitaux des carabidés

Les organes génitaux des Carabidaesont constitués par deux tubes qui se réunissent en un conduit évacuateur unique à la base (Jeannel, 1941).

Organes génitaux femelles : ils constituent par deux ovaires et les conduits génitaux ; l'ovaire est formé par un faisceau de tubes, débouchant séparément dans un conduit vecteur « trompe ». Les deux trompes se réunissent dans un « oviducte » impair, qui aboutit à la bourse copulatrice (Figure 7) (Jeannel, 1941).

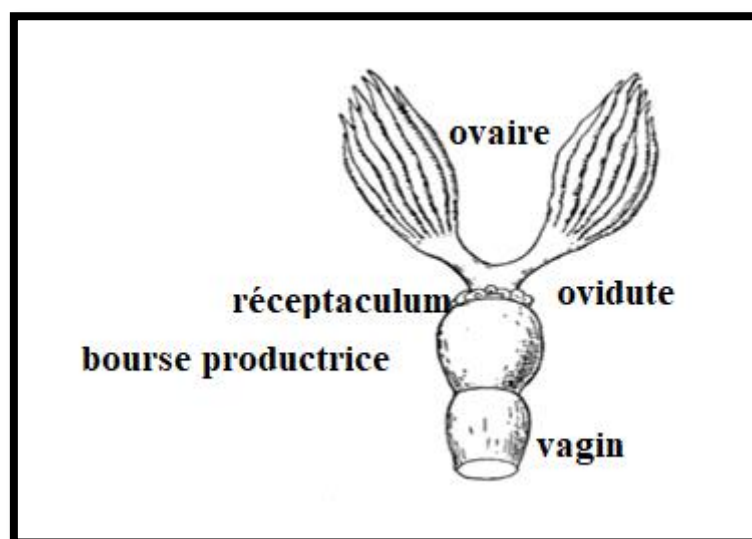


Figure 7. Organe génital femelle des Carabiques (Jeannel, 1941)

Organes génitaux males : les organes males sont formés aux parties similaires des organes femelles, ils sont constitués de testicules et des conduits génitaux (Figure 8).

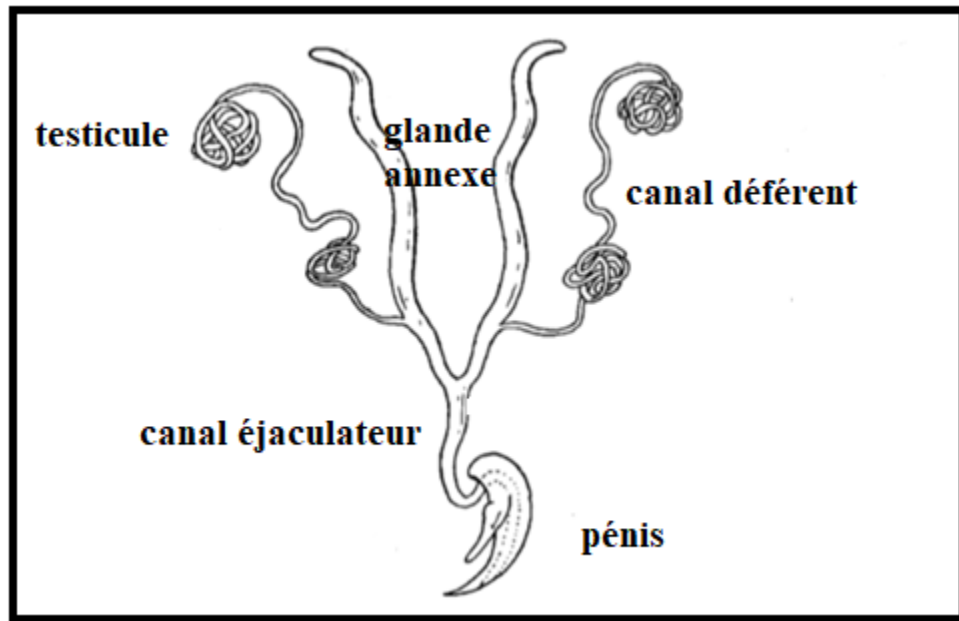


Figure 8. Organe génital male des Carabiques (Jeannel, 1941)

4. Relations morphologie-facteurs environnementaux

Les insectes en général et les carabidés en particulier sont des espèces ectothermiques, donc les facteurs surtout abiotiques comme les caractéristiques climatiques, sont largement reconnus comme des facteurs essentiels de la répartition de ce type d'espèces (Huey *et al*, 1979). Comme la plupart des facteurs environnementaux varient selon les habitats et les saisons, la plasticité des traits d'histoire de vie est essentielle pour permettre des ajustements opportuns qui préservent les organismes à une condition physique optimale et déterminent finalement si les espèces survivent dans des environnements hétérogènes (Forman *et al*, 1996).

4.1. Variations macromorphologiques

Les variations morphologiques les plus prononcées sont liées à des modes de nutrition. Par exemple, les espèces de la tribu *Cychnini* sont prédateurs extrêmes d'escargots. Le thorax et la tête sont très rétrécis et allongés, permettant ainsi au coléoptère de ramper dans la coquille d'escargot et d'en retirer le doux corps. Les constriction profondes entre la tête et le thorax et entre le thorax et l'abdomen améliorent la flexibilité des différentes parties du corps avec respect les uns envers les autres.

Les meilleures différenciations morphologiques reconnaissables confinant une espèce à un environnement particulier sont observées chez les carabidés qui ont évolué en creuseurs spécialisés. L'exemple le plus frappant en est fourni par les *Scaritinidans* laquelle les *foretibiae* sont aplatis et élargis et munis de dents, fournissant ainsi à l'animal une pelle efficace. La constriction profonde entre le thorax et l'abdomen améliore la maniabilité pour creuser. Néanmoins, ces quelques exemples d'adaptations de la forme corporelle à l'environnement ne nous offre toujours pas de réponse à la question concernant les raisons profondes de la présence de différentes espèces dans des habitats adjacents tels que la forêt et les espaces ouverts (Thiele, 1977).

4.2. Variations micromorphologiques

Même s'il n'y a pas de différences macromorphologiques détectables dans la structure corporelle entre, par exemple, les habitants des habitats chauds-secs et frais-humides, il reste possible que les carabidés puissent être distingués au niveau micromorphologiques.

Les stigmates jouent un rôle très important dans le bilan hydrique. Bergold (1935) a étudié si les ouvertures des stigmates des carabidés des habitats secs étaient plus petites par rapport au volume corporel total que ceux des espèces des habitats humides et a constaté que c'est effectivement le cas. En outre, depuis de nombreuses années, une discussion est en cours concernant la concentration de carabes colorés et brillants dans les champs ouverts et les habitats plus chauds en général, comme par rapport, par exemple, aux forêts. Cela pourrait d'une certaine manière être lié avec la meilleure protection contre le soleil offerte par de plus grands pouvoirs de (Thiele, 1977).

5. traits fonctionnels des carabiques

5.1. Régime alimentaire

Selon leurs régimes alimentaires, trois types d'espèces de carabidés peuvent être cités : les Zoophages (80% d'espèces), les Phytophages se nourrissent de matières végétales (de graines) et les Omnivores (polyphages) qui ont une vaste flexibilité en fonction de ressources disponibles (Derouiche et Guerfi, 2016).

Le régime alimentaire des carabidés est très diversifié au cours de leur vie (Figure 9), les larves ont un régime carnivore accentué que les adultes, certaines espèces ont un régime varié autres sont spécialisés : des prédateurs stricts d'escargots et limaces comme l'espèce

Cychrus et *Licinus* ; les *Calosoma* consomment les chenilles défoliatrices ; les espèces de taille petite optent pour les microarthropodes (collembolés, acariens) (Garcin *et al.*, 2016).

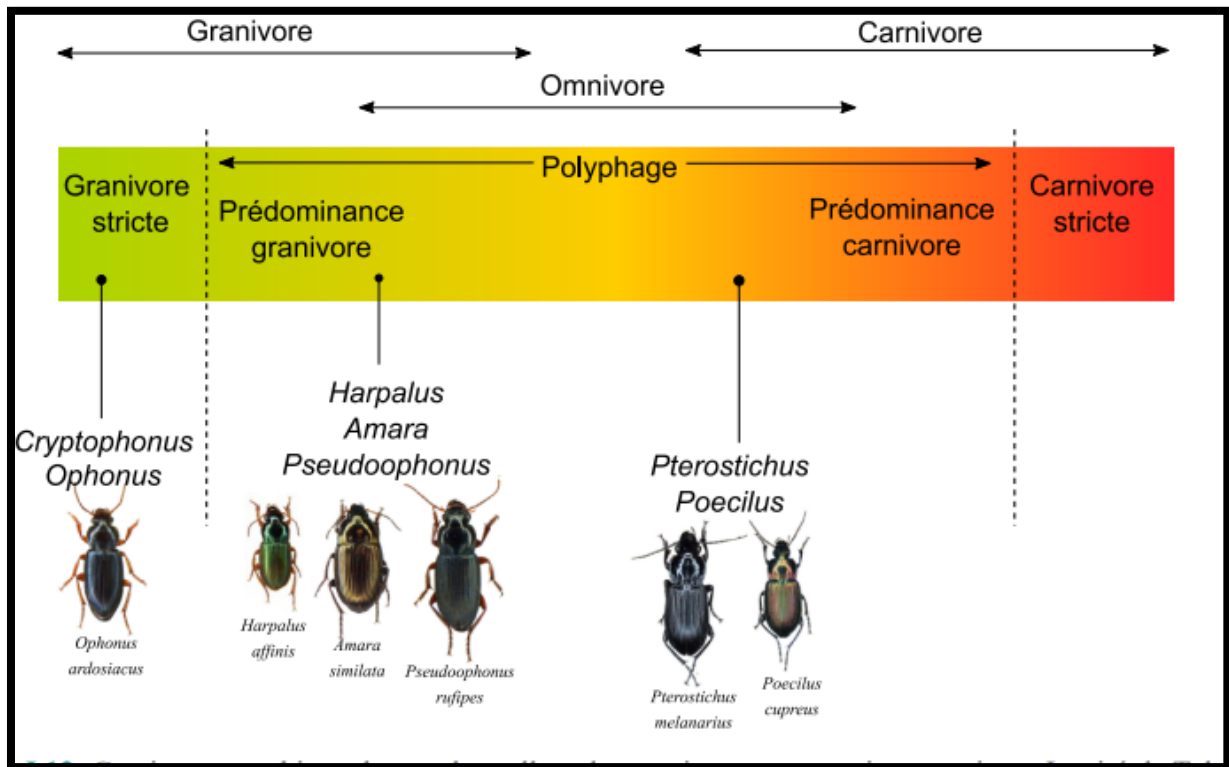


Figure 9. Continuum trophique des carabes, allant des granivores aux carnivores strictes (Carbone, 2020)

5.2. Taille et mobilité

La taille est un trait fondamental des caractéristiques bioécologiques des espèces comme les carabidés (Kingsolver & Huey, 2008). Elle est liée aux processus écologiques à différentes échelles le plus dominant corps-température (White *et al.*, 2007). Les Carabidés sont de taille variable des grands *Carabus* de 4 cm aux petits *Tachyiini* de quelques millimètres (Bouget et Nageleisen, 2020). Ils sont divisés selon leur taille en trois classes d'après Cole *et al.* (2002) : les petites espèces, les moyennes espèces et les grandes espèces. La taille est liée à la mobilité, ce sont des facteurs de sensibilité aux perturbations endurées par les milieux intrinsèques et au contexte paysager ; les grandes espèces peu déplacées (par la marche) rapidement que les petites (Ouchtati, 2013). Certaines espèces possèdent des ailes ils ont la capacité de voler ; comme ils ne peuvent pas parce que les ailes sont réduites ou non fonctionnelles car les muscles alaires sont peu développés. En conséquence, on distingue : (i) les espèces sans ailes « aptères », (ii) les espèces avec des ailes réduites « brachyptères » et (iii) des espèces ailées « macroptères », les espèces dimorphiques ou (polymorphiques)

rassemblent les trois types, ils occupent généralement la plus large habitats (Garcin *et al*, 2016), les brachyptères correspondant les espèces de grandes taille manifestées dans les milieux fermés et stables, les macroptères sont les petites taille caractérisent les milieux ouverts (Souache, 2016).

Des caractères sexuels secondaires sont marqués dans la morphologie externe des carabidés, une légère différence de taille les femelles plus grandes que les mâles, une modification de tarsi antérieurs chez les mâles (pour la reproduction), souvent différences nettes de couleurs ou brillance (Tenailleau *et al*, 2011).

5.3. Reproduction et cycle biologique

Dans l'ensemble, l'abondance des carabidés suit la période de la reproduction ; il existe une génération par an à deux principaux types de cycle de vie ; le 1^{er} type est appelé la reproduction de printemps, après une hibernation au stade adulte (*spring breeders*), le 2^{ème} type est nommé reproduction d'automne, après une hibernation au stade larvaire (*autumn breeders*) (Garcin *et al*, 2016). En contrepartie, certaines espèces présentent deux périodes de pontes plus ou moins séparées, c'est une reproduction de type « bimodale » (Dajoz, 1989). La phénologie de ce groupe taxonomique est variable suivant l'altitude et des conditions climatiques locales, mais reste mal connue (Tenailleau *et al*, 2011). Le cycle biologique de ces insectes est de type holométabole, ils réalisent une métamorphose complète (Beenkens, 2021) et pondent leurs œufs sur le sol, la végétation, le bois pourri ou les champignons (Figure 10).

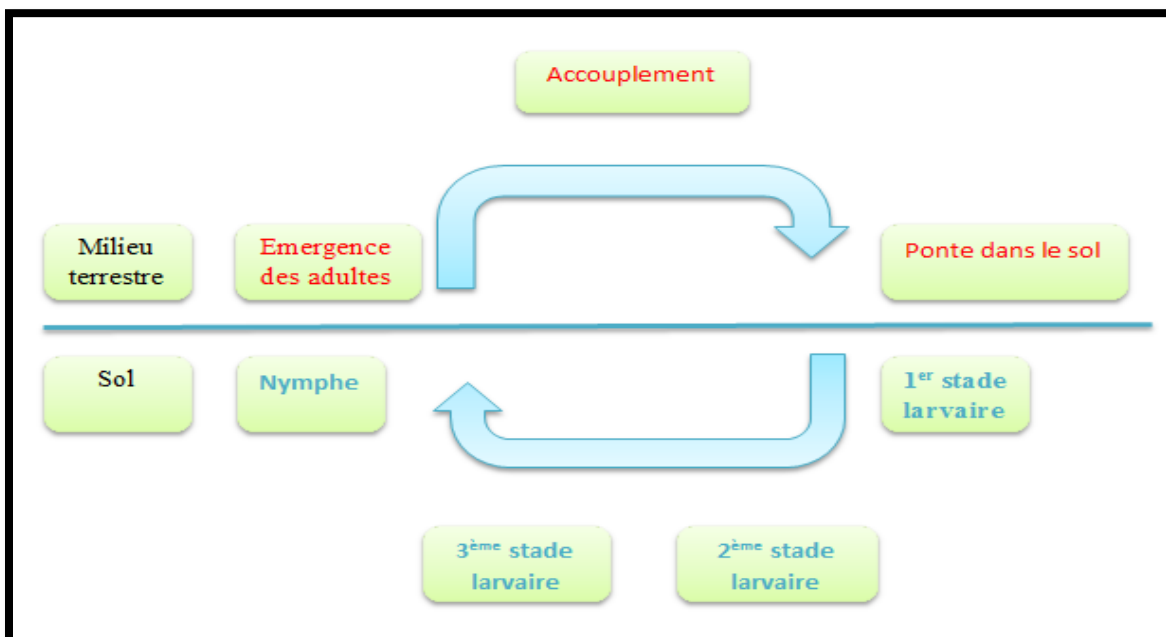


Figure 10. Cycle biologique de la famille des Carabidae (adapté de Beenkens, 2021)

5.4. Habitat et écologie des carabidés

Les Carabidae sont capables de coloniser plusieurs habitats terrestres, depuis le bord des eaux jusqu'aux milieux souterrains, du niveau de la mer jusqu'aux prairies alpines (Garcin *et al*, 2016). Ils sont particulièrement nombreux et diversifiés dans les régions tropicales, leur habitat dépend des facteurs biotiques et abiotiques propres à chacune des espèces, les conditions abiotiques telle que la température qui peuvent modifier l'activité des carabes et augmenter leur vitesse de déplacement (Carbone, 2020), *e.g.* l'augmentation de la température réduit l'activité de l'espèce *Anchomenus dorsalis* (espèce nocturne), en revanche, l'espèce *Amara plebeja*, (espèce essentiellement diurne); la luminosité ou l'éclairage (nocturne et/ou diurne) est à l'origine des rythmes circadiens d'insectes (Tenailleau *et al*, 2011). En sus, l'humidité, le type du sol et la composition de la végétation influencent le choix d'habitats par les carabes et leurs abondances, aussi les conditions biotique la présence de nutriments et la présence des compétiteurs comme les fourmis (Ouchtati, 2013 ; Carbone, 2020). Certaines espèces complètent leur cycle biologique dans un seul habitat, alors que les autres ont besoin de changer l'habitat selon leurs besoins qui varie durant les différents périodes de cycle de développement. Pour la recherche des proies, les carabes se déplacent, parmi ces principaux déplacements, des mouvements saisonniers entre différentes cultures et habitats semi-naturels (Carbone, 2020). Le microclimat intègre les différents facteurs abiotiques cités précédemment, qui influencent à l'activité-densité des carabes spécifiques pour chaque espèce (Tenailleau *et al*, 2011).

6. Importance des carabidés

Les carabes représentent un modèle d'étude très utilisé dans de nombreuses disciplines (Dajoz, 2002) telle que :

- Leur taxonomie et écologie relativement bien connues
- Leur large distribution géographique.
- Un degré de spécialisation variable vis-à-vis de l'habitat, des généralistes-eurytopes aux spécialistes-sténotopes
- Leur réponse reflète de celle d'autres groupes, notamment des araignées et des autres Coléoptères épigés ou d'autres Coléoptères (Scarabaeidae et Pselaphidae). Cette presumption reste toute fois ambiguë
- Leur rôle fonctionnel dans l'écosystème forestier

- Leur échantillonnage au piège à fosse est éprouvé et fournit des effectifs importants (Bouget et Nageleisen, 2020).

Ce groupe d'arthropodes du sol est le plus abondant avec les staphylins et les araignées. Ils sont très sensibles aux perturbations du milieu, à la gestion du sol et aux produits phytosanitaires, ils peuvent aussi constituer des auxiliaires des cultures efficaces (Garcin *et al*, 2016), ce qui en fait des agents de biocontrôle prometteurs « espèces repères » (Carbone, 2020). Les Carabidae sont assimilés à des auxiliaires forestiers, actifs dans la régulation de phytophages ou de xylophages. Ils représentent un groupe trophique de niveau intermédiaire, proies de consommateurs tertiaires (Vertébrés insectivores) et consommateurs secondaires de petits Invertébrés, représentatifs à ce titre des maillons amont et aval du réseau (Bouget et Nageleisen, 2020).

Chapitre 2 :
Matériel et méthodes



1. Présentation de la région d'étude

1.1. Situation géographique

Notre étude a été réalisée dans la région de Tébessa. Cette wilaya est située à l'extrême nord-est du pays et fait partie des hauts plateaux est et des immenses étendues steppiques du pays. Elle s'étend sur une superficie de l'ordre de 13 878 Km² et partage avec la Tunisie une frontière de 297 Km de long (10 communes frontalières). Elle est limitée au nord, par la wilaya de Souk Ahras, à l'ouest par les wilayas d'Oum El Bouaghi et Khenchela, au sud par la wilaya d'El Oued, et à l'est par la Tunisie (Monographie, 2020).

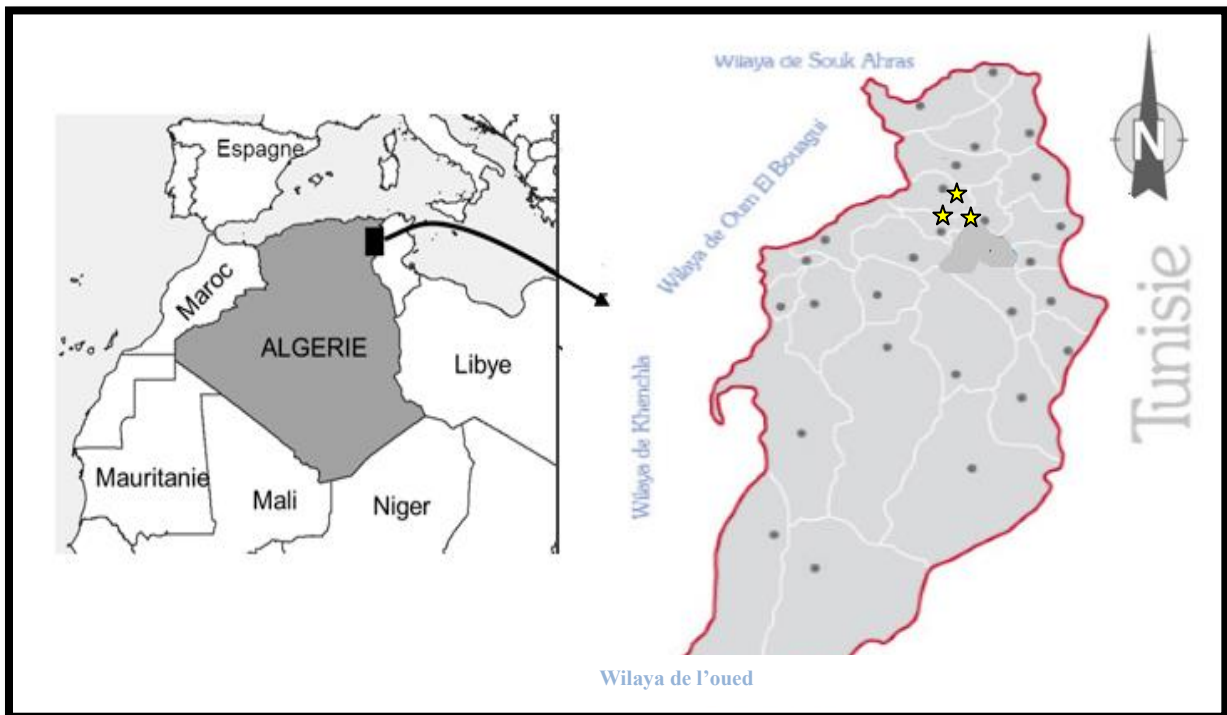


Figure 11. Position géographique et limites de la wilaya de Tébessa (monographie, 2020).

1.2. Couvert végétal

La formation végétale plus dominante dans la région de Tébessa est les steppes de 4 grandes types : Les steppes graminéennes à alfa (*Stipa tenacissima* L.). Ces steppes colonisent tous les substrats géologiques de 400 à 1800m d'altitude; les steppes à Chamaephytes, à armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso.), Ce type de steppe s'étale sur les zones d'épandage dans les dépressions et sur les glacés encrouvés avec une pellicule de glaçage en surface ; steppes à halophytes. La nature des sels, calcaire avec 400 à 800m d'altitude leur concentration et leur variation dans l'espace vont créer une zonation particulière de la végétation halophile autour des dépressions salées; les steppes dégradés et post cultureux : *Peganum harmala*, *Astragalus armatus*, *Noaemicronata*. La plupart de ces steppes peuvent se présenter en

formations pures ou mixtes. Ainsi des Ligneux peuvent être mêlés à ces steppes. Les écosystèmes agricoles occupent une place importante dans la région. Les principales productions sont les céréales, les cultures maraîchères, et à un degré moindre les dattes au niveau de la zone sud (Ouchtati, 2013).

1.3. Climat

La région de Tébessa fait partie du Haut plateau tellien de l'étage bioclimatique semi-aride, caractérisé par un hiver froid et un été très chaud. Les données climatiques exploitées (1972-2017) sont extraites d'une thèse de doctorat (Mebarkia, 2021). Les données climatiques de l'année 2022-2023 ont été obtenues du site spécialisé (Meteociel, 2023)

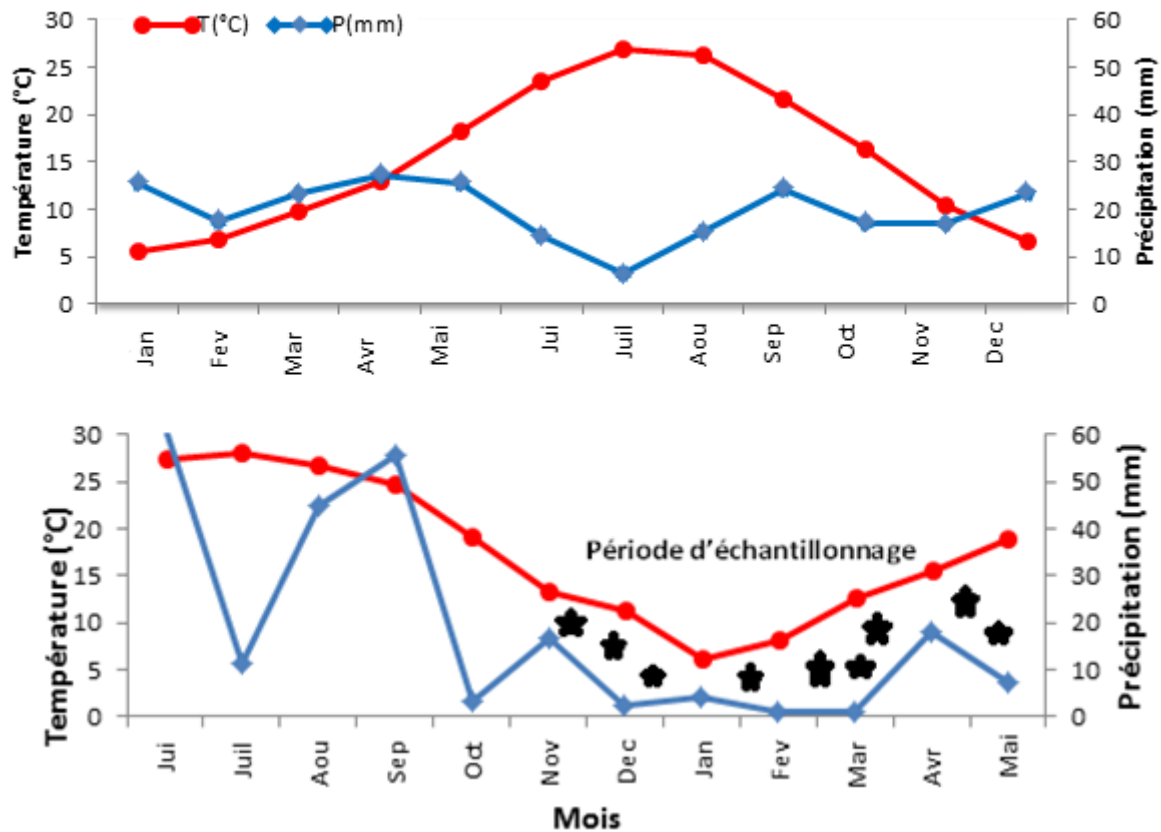


Figure 12. Diagramme ombrothermique de Gausson et Bagnouls de la wilaya de Tébessa: en haut (1972-2017), en bas (2022-2023).

Le diagramme ombrothermique de Gausson et Bagnouls pour la période climatique 1972-2017 montre que la saison sèche s'étend de la mi-Avril jusqu'à la fin de Novembre. La saison sèche de l'année 2022-2023 s'avère plus longue et s'étend de Septembre 2022 jusqu'à la fin de Mai.

Le calcul du quotient d'Emberger, (1972- 2019), a permis de placer la région de Tébessadans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais, soit $Q_2=38,12$ et $m = 1,70^{\circ}\text{C}$ (Figure 13). Sachant que la formule d'Emberger est donnée comme suit :

$$Q_2 = 3.43 \times \frac{p}{M - m}$$

Avec :

P : Pluviométrie annuelle moyenne en mm. ; M: Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en $^{\circ}\text{C}$; m: Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en $^{\circ}\text{C}$.

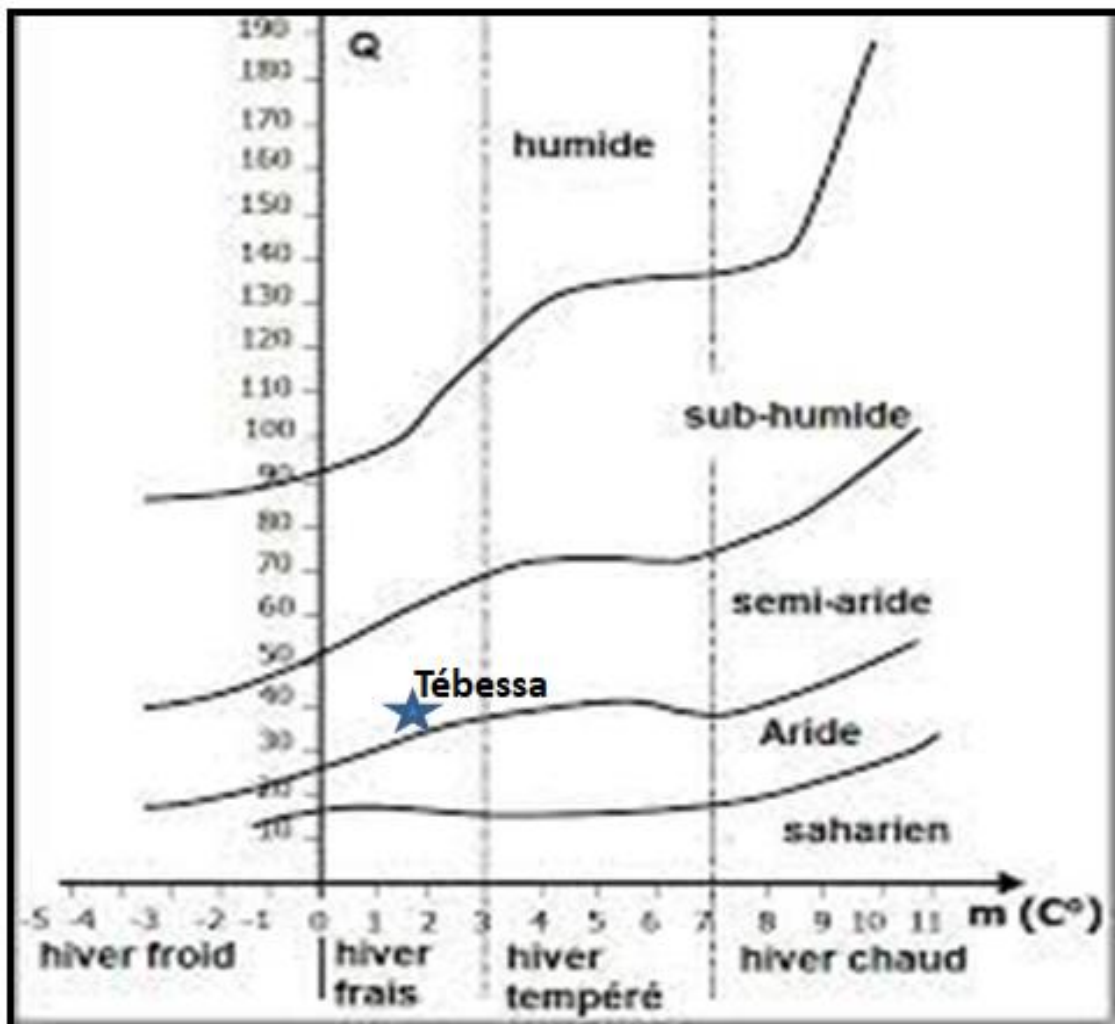


Figure 13. Position de la région de Tébessa d'étude sur le climagramme d'Emberger.

2. Choix des stations

Quatre (4) stations d'étude ont été choisies (Figure 14, Tableau 1). Le choix de ces stations repose sur plusieurs critères: (i) le couvert végétal (présence ou absence et le type de végétation dominant), (ii) type d'écosystèmes (agricole ; semi-agricole ; naturel ; semi-naturel), (iii) aucune étude récente ou ancienne n'a été effectuée sur la faune carabique dans ces stations et, (iv) l'accessibilité et la sécurité.

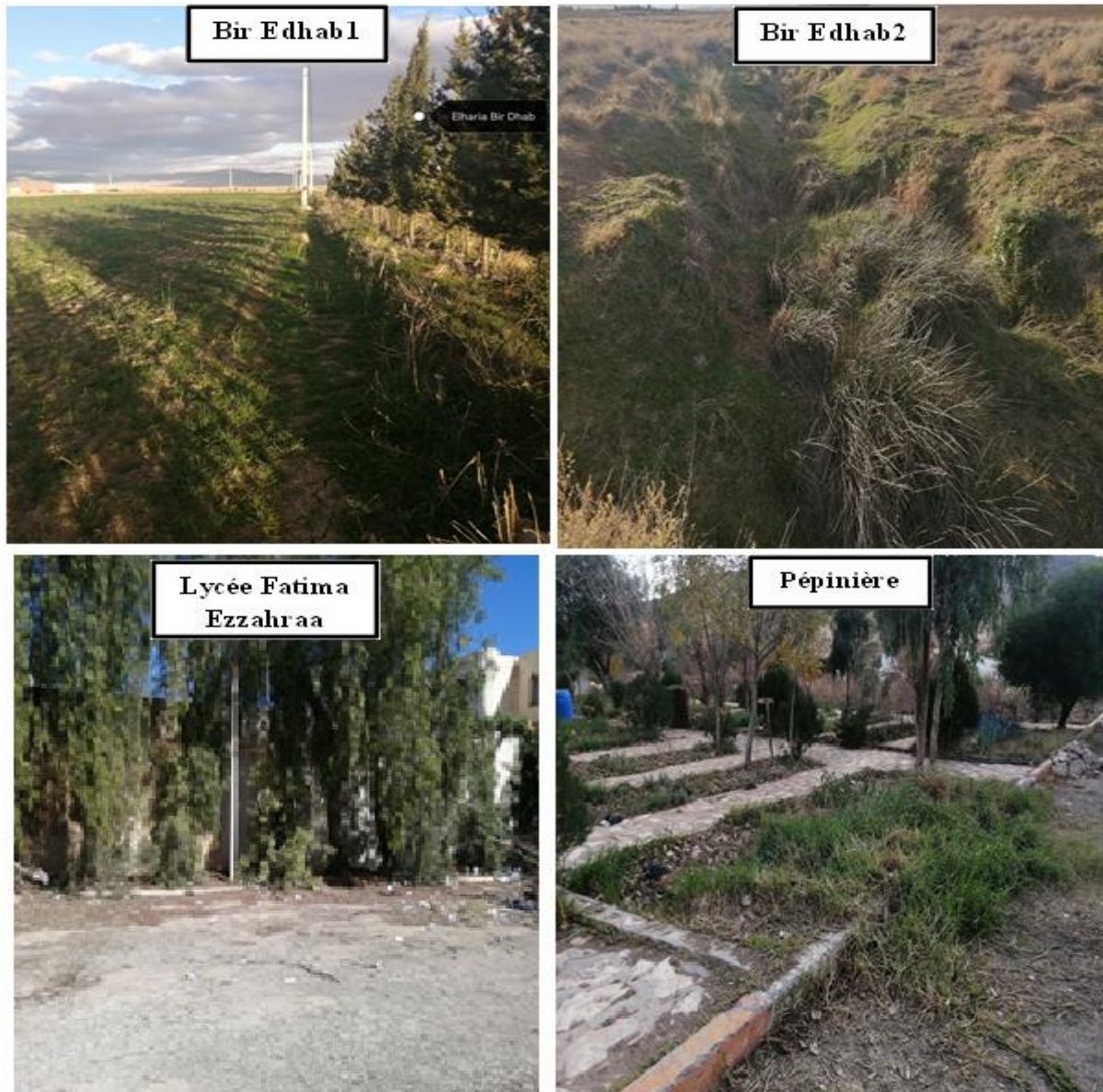


Figure 14. Les stations d'étude (Cliché Beghagha, 2022)

Tableau 1. Caractéristiques des stations d'étude.

Code	Stations	Localisation	Types d'écosystème	Coordonnées
B1	Bir Edhab1	commune de Morsot à 25 km de la wilaya	Champ de céréales	35°30'30.5''N 7°55'57.4''E.
B2	Bir Edhab2	commune de Morsot à 25 km de la wilaya	Milieu naturel	35°30'37.1''N 7°56'11.3''E
PR	Pépinière El-Rayhane	El-Hammamet à 15 km de la wilaya	Milieu semi-agricole	35°27'43.0''N 7°58'54.0''E
LF	Lycée Fatima Ezzahraa	La ville de Tébessa	Milieu urbanisé	35°25'17.2''N 8°06'38.4''E

3. Echantillonnage sur terrain

Les prélèvements des carabidés ont été effectués de façon régulière chaque semaine durant six (6) mois depuis Novembre 2022 jusqu'au mois de Mai 2023, hormis quelques décalages, à cause des conditions climatiques inéluctables.

3.1. Méthode de collecte

Etant donné que les carabidés sont terricoles et nocturnes, la méthode d'échantillonnage adoptée est l'utilisation des pièges Barber. Ces derniers sont connus comme des outils puissants dans l'échantillonnage quantitatif normalisé des Arthropodes en général, et des carabidés en particulier (Niemelä, 2003). D'autres Arthropodes ont été collectés en parallèle; il s'agit des araignées, des acariens et les autres coléoptères. Dans la présente étude, des pots en plastique, avec une profondeur de 10 cm et un diamètre de 9 cm ont été choisis. Ils sont enterrés verticalement de façon à créer des puits dans lesquels les individus vont choir, et sont remplis aux deux tiers de leur contenu avec un liquide conservateur (eau, sel, vinaigre et détergent).

3.2. Design expérimental

Dans chaque station, six (6) pièges ont été installés, répartis aléatoirement et équidistants de 20 m au minimum (Figure 15). À chaque collecte, le contenu des pots est versé dans des boîtes en plastique, portant des étiquettes contenant toutes les informations sur l'échantillon (la date, la station et le numéro du pot).

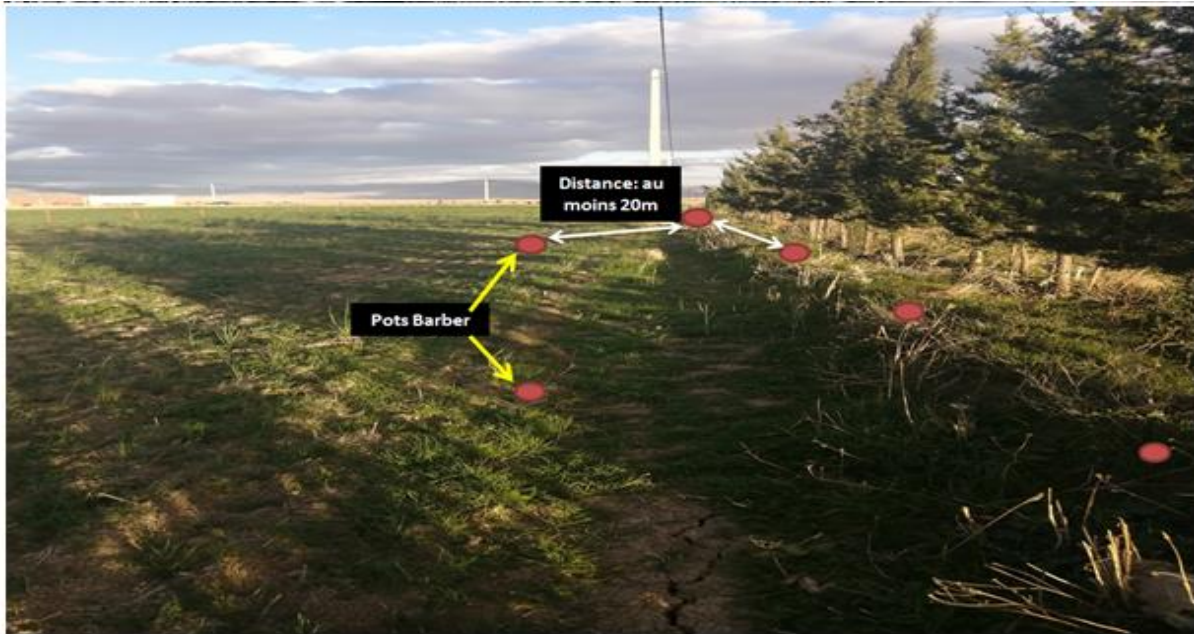


Figure 15. Le design expérimental adopté dans les stations d'étude.

4. Travail au laboratoire

4.1. Tri, dénombrement et conservation

Au labo, les spécimens subissent un rinçage par l'eau de robinet et séchage par les papiers absorbants. Puis, dans des boîtes de pétri et à l'aide d'une loupe binoculaire à grossissement suffisant (x10 ou plus) et des pinceaux, les carabidés sont séparés des autres animaux et dénombrés afin de concevoir la matrice des données. A la fin, des tubes à essai contenant de l'alcool (70%) ont été utilisés pour conserver les insectes triés (Figure 16).



Figure 16. Matériel utilisé dans le tri et le dénombrement des carabidés (Cliché Beghagha, 2023).

4.2. Mesure des paramètres morphométriques

Dans la présente étude, chaque espèce carabique recensée est caractérisée selon les mesures morphologiques suivantes :

- Taille totale de l'individu (TT) : elle est mesurée de la tête à la fin de l'abdomen de chaque individu.
- Les antennes (An): du premier article jusqu'au onzième (11^{ème}) article.
- Pronotum (Pr) : au milieu d la face dorsale du carabe ; à partir d'articulation tête thorax jusqu'au scutellum.
- L'abdomen (Ab): de scutellum jusqu'à l'apex.
- Les élytres (Ely): du scutellum jusqu'au fin d'élytre.
- La patte postérieure de large trochanter: fémur (Fem), tibia (Tib), tarse (Tar).

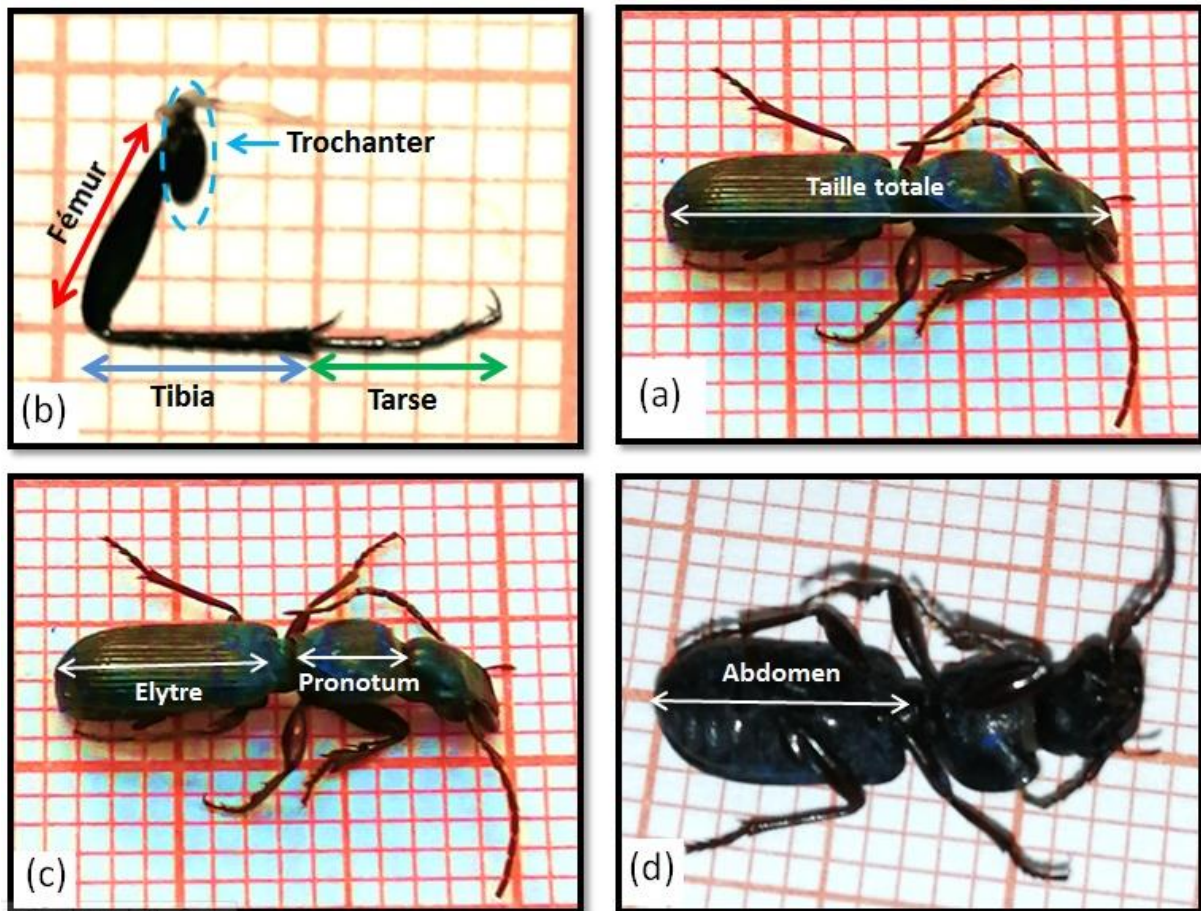


Figure 17. Différentes mesures morphométriques d'un carabidé (Cliché Beghagha, 2023).

5. Analyse des données

5.1. Abondance et l'activité densité

L'abondance absolue (N) représente le nombre total d'individus d'une espèce, tandis que l'abondance relative (N%) est le nombre d'individus d'une espèce par rapport au nombre total récolté (Magurran, 2004), tandis que l'activité densité (AD) et le rapport entre le N et l'effort d'échantillonnage, étant égal au produit du nombre de pots et le nombre des jours d'échantillonnage (Pizzolotto *et al*, 2018). Afin d'estimer la contribution relative des carabidés aux abondances totales de quelques animaux actifs du sol, les rapports suivant ont été calculés:

- ✓ Carabidés / les araignées (carara) ;
- ✓ Carabidés / les acariens (caracar) ;
- ✓ Carabidés / les coléoptères (carcol).

5.2. Tests statistiques

Une analyse univariée par le test statistique non paramétrique Kruskal-Wallis a été appliquée pour tester les abondances et les variations spatiales des paramètres morphométriques. Pour réaliser ce test, nous avons utilisé le logiciel Past.

Chapitre 3.

Résultats et traitement des données



1. Abondance

Les pièges Barber installés dans les stations d'étude ont permis de récolter plusieurs groupes taxonomiques. Dans la présente étude, seules les araignées, les acariens et les autres coléoptères ont été pris en considération avec les Carabidae. En termes d'individus, 444 individus sont capturés dans la station B1, 36 individus dans la station B2, 134 individus dans la station PR et 12 individus dans la station LF au cours de la période d'étude. Au niveau des stations B2, PR et LF, le groupe taxonomique des coléoptères est le plus abondant, tandis qu'au niveau de la station B1, ce sont les araignées qui dominent (Tableau 2).

Tableau2. Abondance absolue (N) et abondance relative (N%) des carabidés et d'autres groupes taxonomiques dans les différentes stations d'étude, Tébessa

Groupe taxonomique	B1		B2		PR		LF	
	N	N%	N	N%	N	N%	N	N%
Carabidés	35	8	12	33	11	8	0	0
Araignées	222	50	4	11	58	43	3	25
Acariens	11	2	0	0	1	1	0	0
Coléoptères	176	40	20	56	64	48	9	75

En termes de carabidés, 58 individus ont été capturés, soit 9,26% du total. La station B1 est la plus représentée avec 35 individus (60,34% du total), suivie par la station B2 avec 12 individus (20,68%) et la station PR avec 11 individus (18,96%). Aucun individu carabique n'a été recensé dans la station LF (Figure 18).

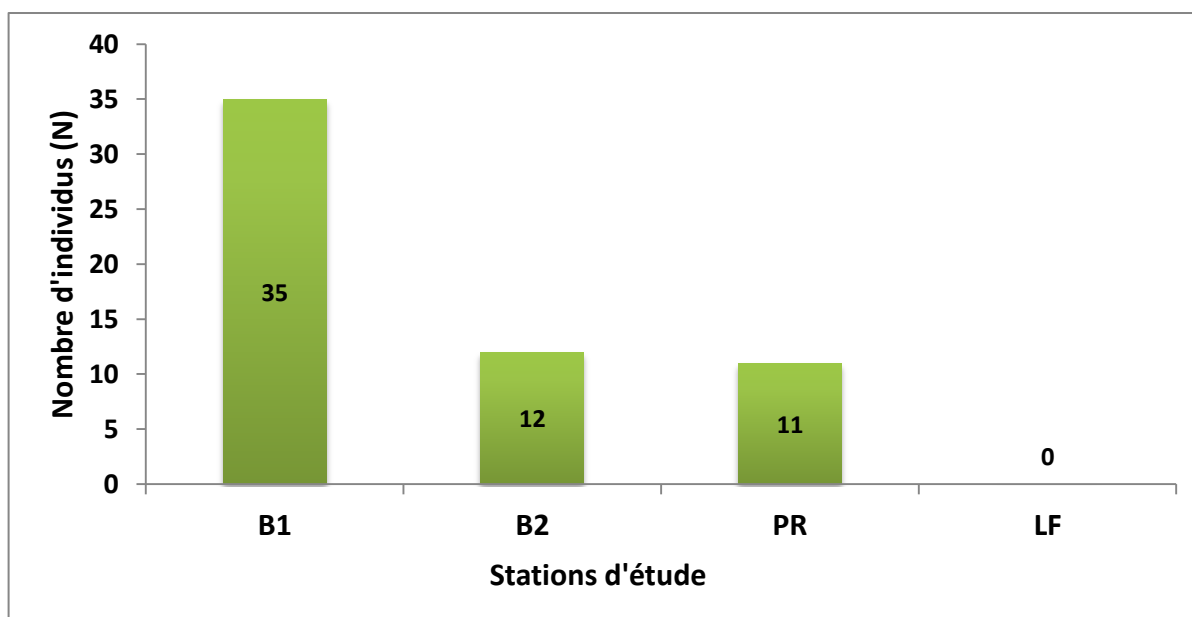


Figure 18. Nombre d'individus (N) des carabidés récoltés dans les différentes stations d'étude.

2. Activité densité

Les valeurs de l'activité densité (AD) ont été faibles en général, n'atteignant pas 0.50. En effet, la plus grande valeur a été enregistrée dans la station B1 (AD = 0,49), suivie par la station B2 (AD = 0,28) et la station PR (AD = 0,15).

Les plus grandes valeurs des rapports carabidés-animaux actifs du sol sont enregistrés entre les carabidés et les acariens au niveau de la station B1 (caracar = 3,18) et entre les carabidés et les araignées au niveau de la station B2 (carara = 3).

Selon le test non paramétrique de Kruskal-Wallis, il n'y a pas une différence significative des activités densités et des autres rapports entre les différentes stations d'étude (Tableau 3).

Tableau 3. Résultats des tests de différences en activité densité (AD) et les autres pourcentages d'Arthropodes, Tébessa.

Paramètres	Stations				Kruskal-Wallis	
	B1	B2	PR	LF	χ^2	p-value
AD	0,49	0,28	0,15	0	3	0,39
carara	0,16	3	0,19	0	3	0,39
caracar	3,18	0	11	0	2,27	0,28
carcol	0,20	0,60	0,17	0	3	0,39

3. Etude des paramètres morphométriques

3.1. Taille totale (TT)

Les carabidés récoltés dans la station B2 et PR ont une taille totale moyenne ne dépassant pas 3,94 mm et 3,83 mm respectivement. En revanche, dans la station B1, les espèces capturées ont une taille totale moyenne de l'ordre de 6,89 mm (Figure 19).

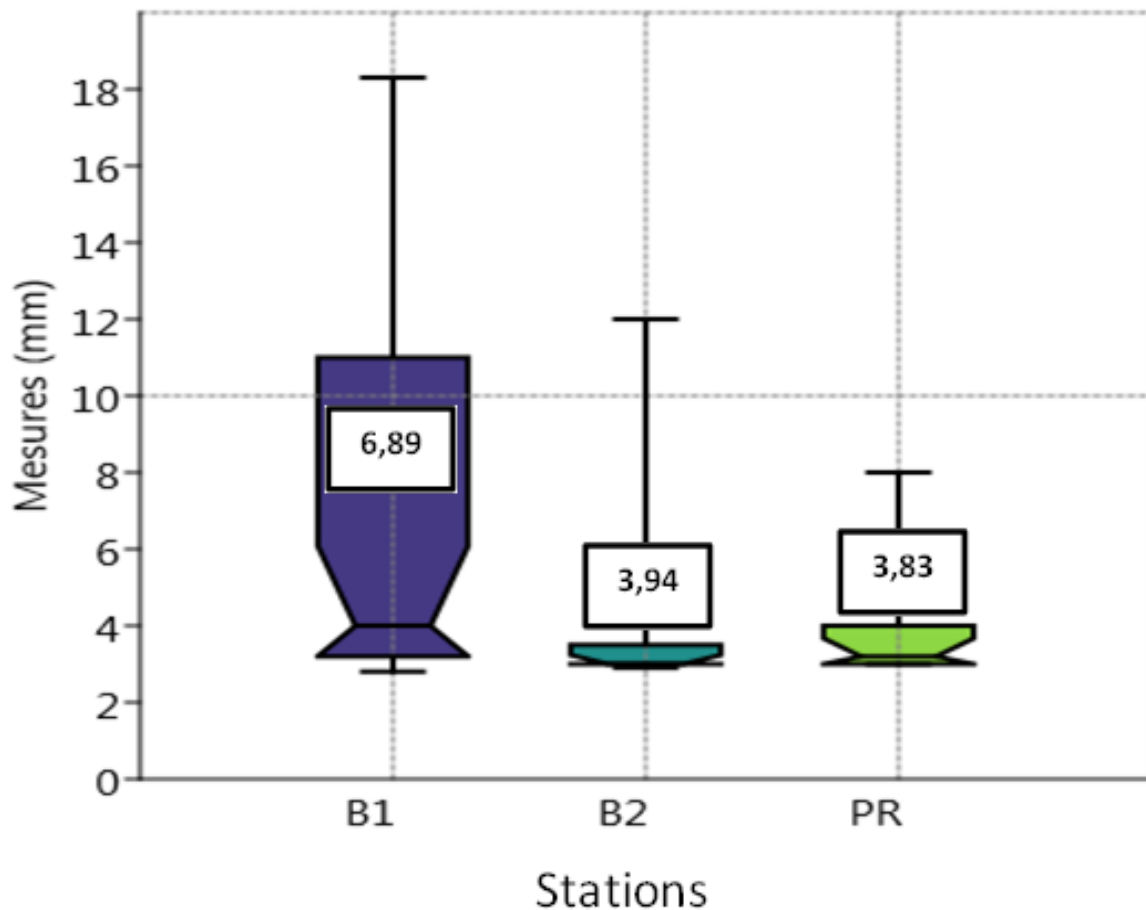


Figure 19. Boxplots montrant les valeurs mesurées de la taille totale (TT) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes.

3.2. Fémur de la patte postérieure (Fem)

Les plus grandes valeurs de (Fem) ont été enregistrées dans la station B1 ($Fem_{moy}=1,59$ mm), tandis que dans les deux autres stations la valeur moyenne de (Fem) est de l'ordre de 0,95 mm pour la station B2 et 0,83 mm pour la station PR (Figure 20).

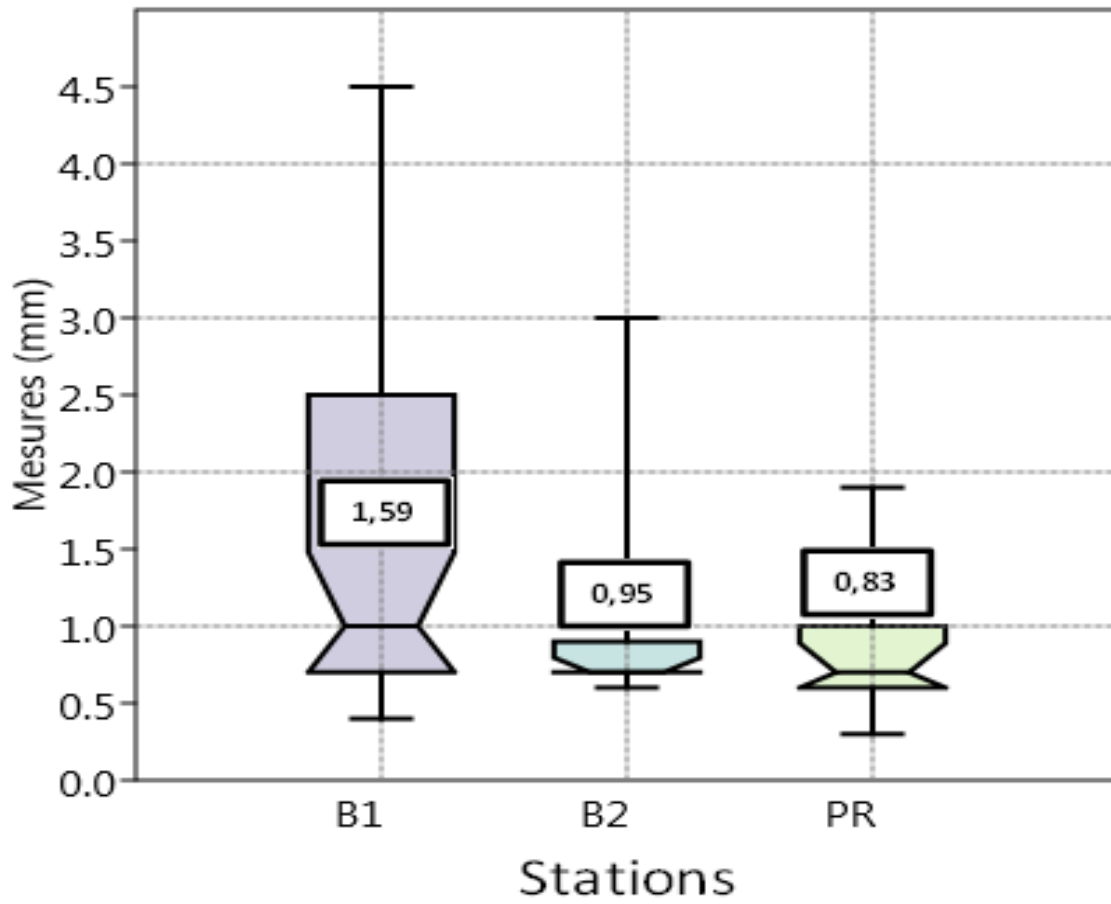


Figure 20. Boxplots montrant les valeurs mesurées des fémurs (Fem) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes.

3.3. Tibia de la patte postérieure (Tib)

Selon la Figure 21, les plus grandes valeurs de (Tib) ont été enregistrées dans la station B1 ($Tib_{moy}=1,56$ mm), tandis que dans les deux autres stations la valeur moyenne de Tib est égale à 0,95 mm pour la station B2 et 0,83 mm pour la station PR.

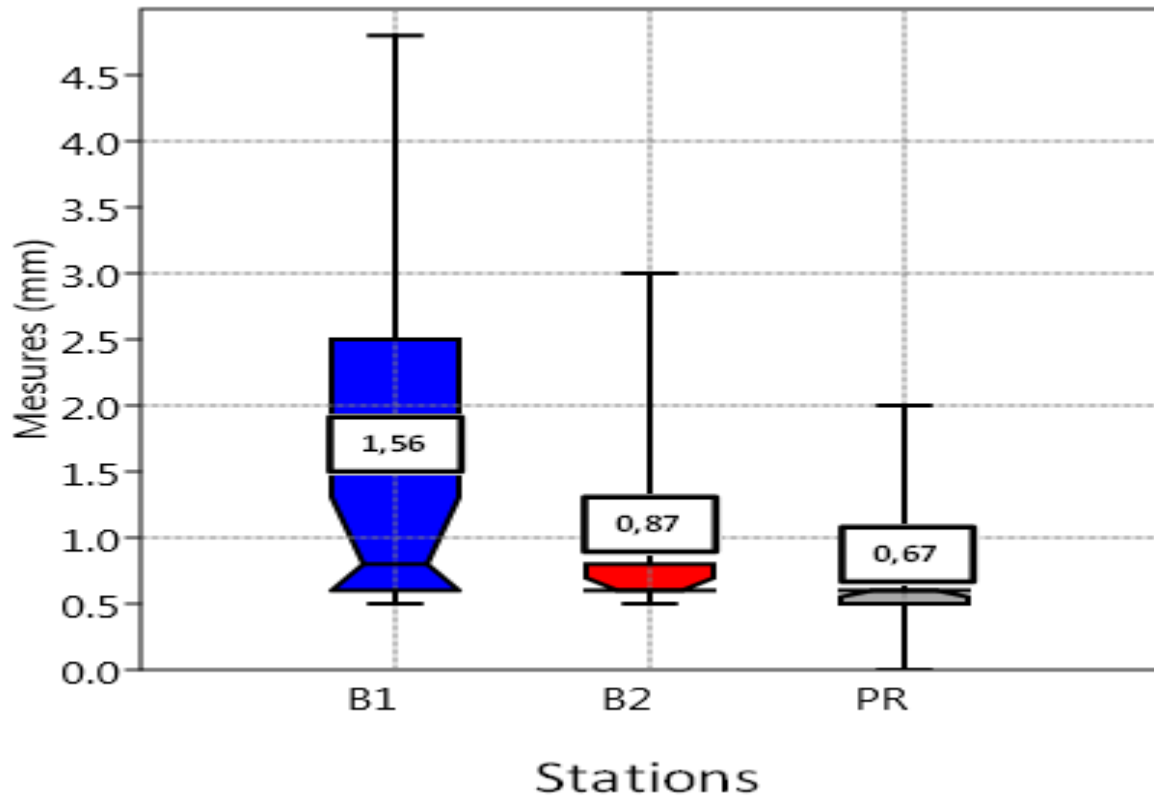


Figure 21. Boxplots montrant les valeurs mesurées des tibias (Tib) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes.

3.4. Tarse de la patte postérieure (Tar)

Les mesures du tarse (Tar) nous ont permis de distinguer trois (3) types ; les valeurs les plus grandes au niveau de la station B1 ($Tar_{moy}=1,41$ mm), suivies par celles de la station B2 ($Tar_{moy}=0,80$ mm). En dernière position, viennent les valeurs mesurées dans la station PR ($Tar_{moy}=0,61$ mm) (Figure 22).

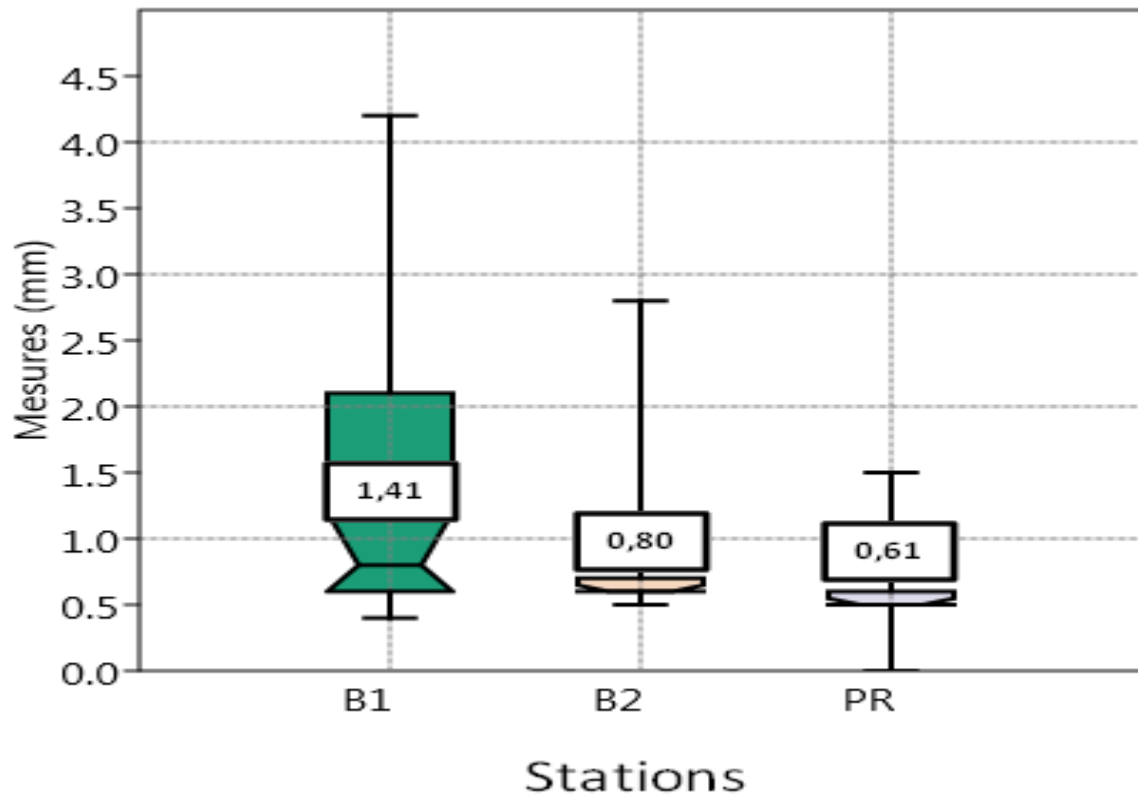


Figure 22. Boxplots montrant les valeurs mesurées des tarse (Tar) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes.

3.5. Antennes (An)

Les plus grandes valeurs de (An) ont été observées dans la station B1 ($An_{moy}=2,80$ mm), alors que dans les deux autres stations la valeur moyenne de (An) est de l'ordre de 1,80 mm pour la station B2 et 1,39 mm pour la station PR (Figure 23).

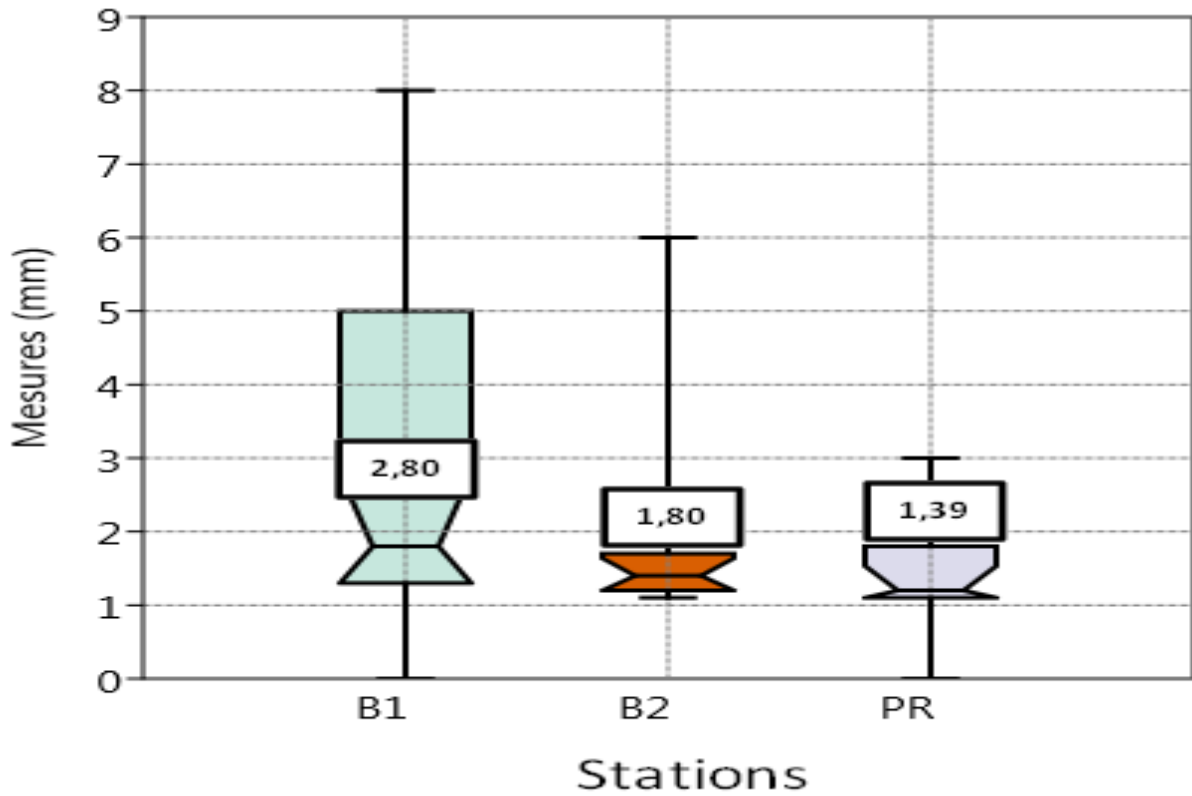


Figure 23. Boxplots montrant les valeurs mesurées des antennes (A_n) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes.

3.6. Pronotum (Pr)

Selon la Figure 24, les plus grandes valeurs de (Pr) ont été rencontrées dans la station B1 ($Pr_{\text{moy}}=1,25$ mm), tandis que dans les deux autres stations les valeurs moyennes de (Pr) sont presque égales, soit 0,65 mm dans la station B2 et 0,60 mm dans la station PR.

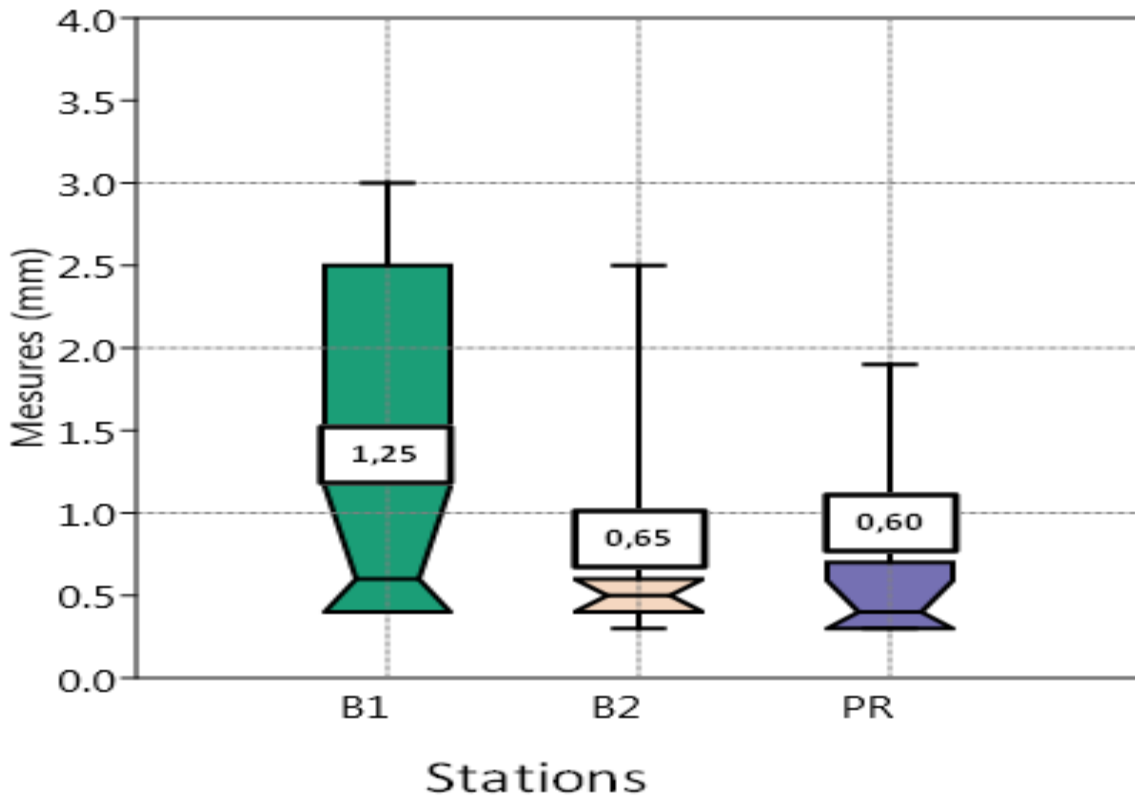


Figure 24. Boxplots montrant les valeurs mesurées des pronotums (Pr) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes.

3.7. Elytres (Ely)

Concernant les élytres, les carabidés récoltés dans la station B1 enregistrent les plus grandes valeurs ($Ely_{moy}=3,65$ mm), suivis par les carabidés capturés dans la station PR ($Ely_{moy}=2,06$ mm) et ceux piégés dans la station B2 ($Ely_{moy}=1,99$ mm) (Figure 25).

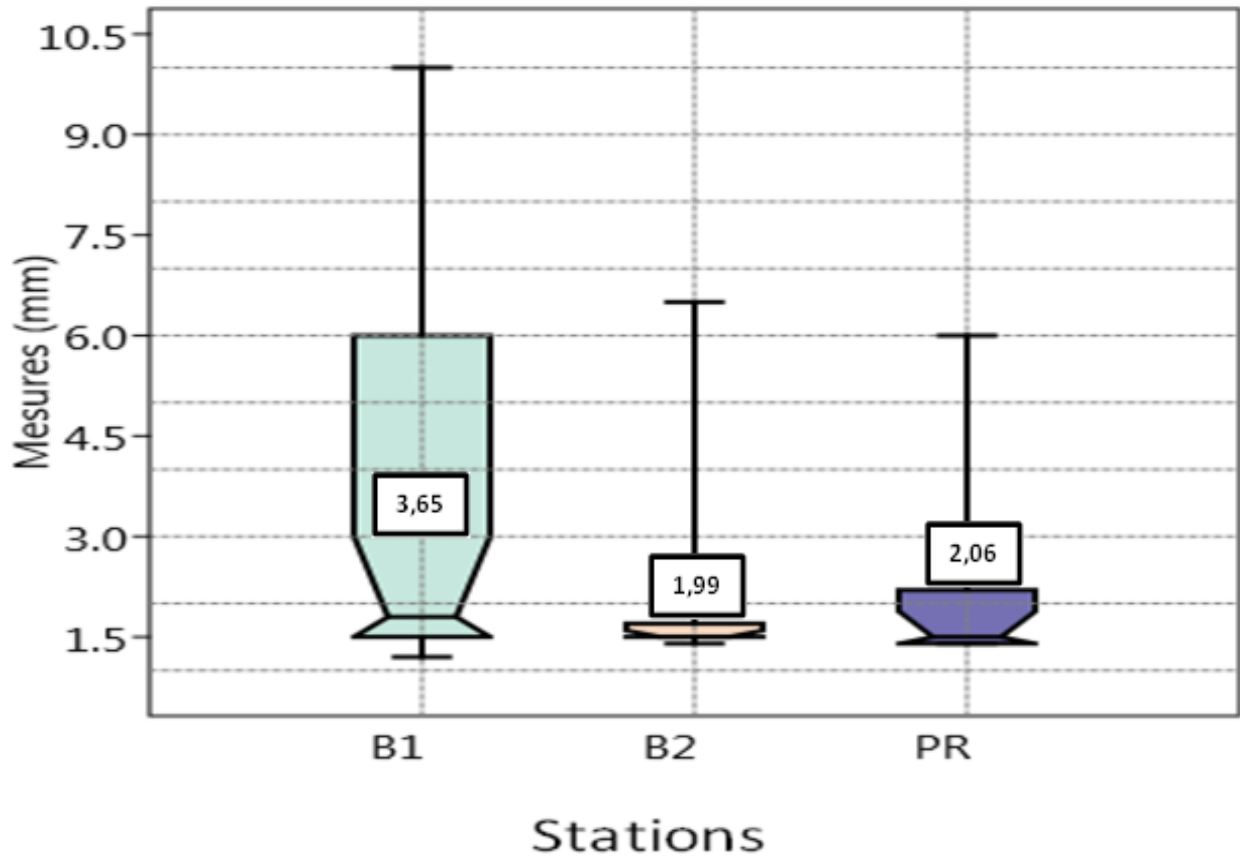


Figure 25. Boxplots montrant les valeurs mesurées des élytres (Ely) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes.

3.8. Abdomen (Ab)

Selon la Figure 26, les plus grandes valeurs de (Ab) ont été enregistrées dans la station B1 ($Ab_{moy}=4,07$ mm), alors que dans les deux autres stations les valeurs moyennes de (Ab) sont presque égales, soit 2,45 mm dans la station B2 et 2,42 mm dans la station PR.

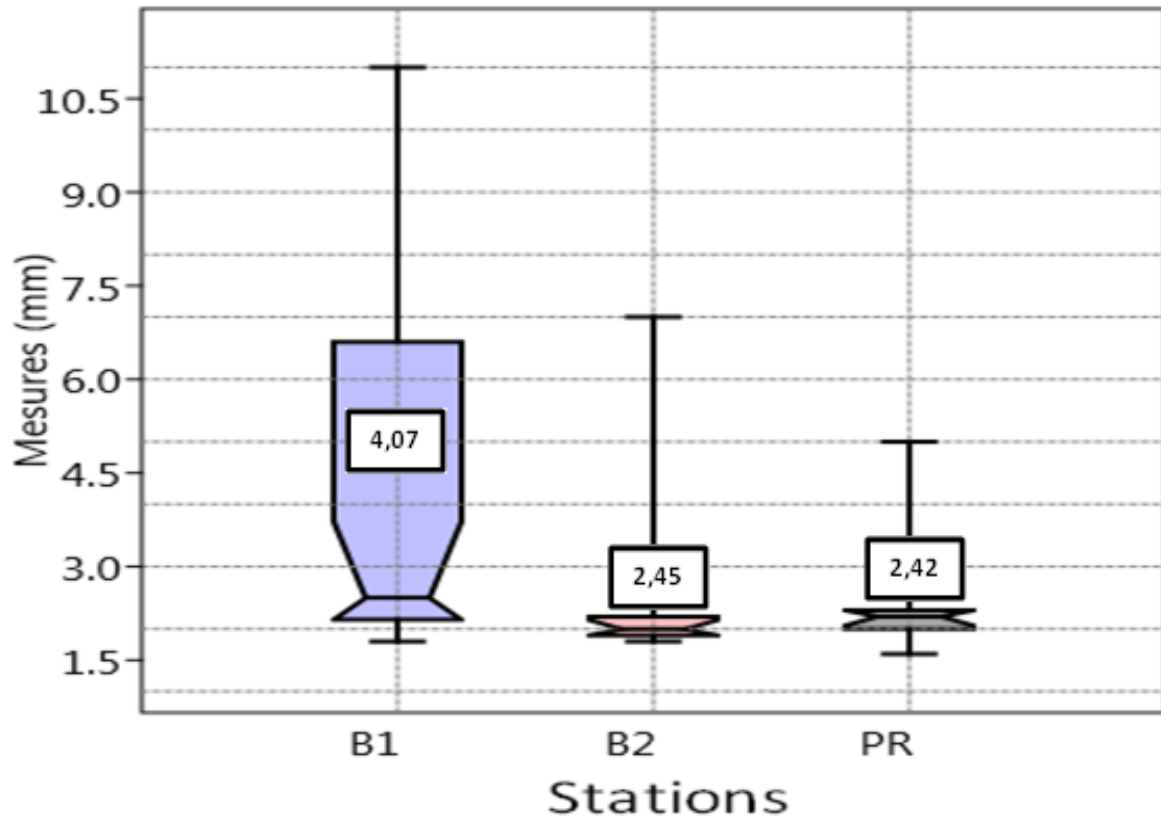


Figure 26. Boxplots montrant les valeurs mesurées des abdomens (Ab) des carabidés récoltés dans les trois (3) stations d'étude, Tébessa. Les valeurs encadrées représentent les moyennes.

4. Variations spatiales des paramètres morphométriques

Selon le test non paramétrique de Kruskal-Wallis, il y'a une différence significative entre les stations de tous les paramètres quantitatifs mesurés dans la présente étude (p-value <0,05). Une exception est remarquée pour les élytres dont la p-value est supérieure à 0,05 (Tableau 4).

Tableau 4. Variation spatiale des paramètres morphométriques entre les stations d'étude. Les résultats des tests Kruskal-Wallis sont donnés comme χ^2 et p-value, Tébessa.

Paramètres	χ^2	p-value
TT	11,28	0,003
Fem	6,96	0,02
Tib	11,39	0,002
Tar	11,20	0,002
An	7,14	0,02
Pr	6,75	0,03
Ely	2,78	0,24
Ab	11,42	0,003

Chapitre 4. Discussion et conclusion



Discussion et conclusion

Afin d'échantillonner les carabidés, les pièges Barber ont été utilisés, au cours de six (6) mois d'étude au niveau de quatre (4) stations, situées dans la région de Tébessa. Le nombre de piège était faible, soit 6 pots / station, répartis selon un design bien précis. En conséquence, le nombre d'individus était aussi faible (58 individus). Il est bien évident qu'en augmentant l'effort d'échantillonnage, la probabilité de rencontrer de nouvelles espèces augmente également (Chenchouniet *al*, 2015). En outre, bien que l'usage de la méthode des pots Barber soit le plus répondu dans le cas des Arthropodes terricoles, celuides pièges lumineux a prouvé son efficacité dans la collecte des insectes carabiques (Liu *et al*, 2007).

Les rapports carabidés-autres animaux (araignées, acariens et autres coléoptères), ont permis de constater que la contribution des carabidés dans l'abondance totale des animaux actifs du sol est importante quel que soit le type du milieu. Dans le même contexte, les résultats de l'étude réalisée par Fattoriniet *al* (2020) en Italie corrobore avec ces résultats. En effet, les rapports des carabidés-autres animaux (Arthropodes, Insectes, Coléoptères) ont montré la forte contribution des carabidés dans l'abondance totale de la faune active du sol.

La plus grande (AD) a été enregistrée au niveau de la station B1, étant un champ de céréales. Selon Duelli (1999), les carabidés montrent une forte abondance dans les zones agricoles ce qui permet de les utiliser pour des analyses statistiques. En plus, ils forment un des maillons de base du réseau trophique dans les milieux agricoles, en tant que proies d'insectes, de reptiles, d'oiseaux et de mammifères et possèdent une position clef en tant qu'auxiliaire des cultures (Melnychuket *al*, 2003).

Selon la classification proposée par Cole *et al* (2002), toutes les espèces récoltées, dans les stations d'étude, sont de petite taille (< 9 mm). La littérature avance que la taille des carabidés est toujours liée à l'état du milieu stable ou perturbé (Maguraet *al*, 2006). En sus, l'hypothèse de Szyszko (1983) stipulant qu'une présence des perturbations peut conduire à des peuplements carabiques caractérisés par des espèces de petite taille. Donc, il est possible que le facteur perturbation, notamment anthropogénique, soit présent et exerce son effet sur la faune des carabidés dans les trois stations, encore plus dans la station (PR).

Dans l'ensemble, les mesures des (Fem), (Tib) et (Tar) sont plus élevées dans la station B1 et sont différentes statistiquement (p -value < 0,05) entre ces stations. Selon Forsythe (1987), la conception ancestrale des carabidés seraient une adaptation à la course à pied, cette dernière touche surtout les pattes postérieures. Les mesures des pattes postérieures des espèces collectées dans la station B1 informent sur leur capacité de courir rapidement par rapport aux

espèces carabiques dans les deux (2) autres stations (B2 et PR). Cette capacité acquise pourrait être expliquée par la mise en compétition entre les carabidés et les autres animaux actifs sur le sol, comme les araignées, afin d'accéder aux ressources disponibles. Effectivement, le rapport carabidés-araignées est le plus faible dans la station B1, soit 0,16 (35 carabidés *vs.* 222 araignées). De même, les plus grandes valeurs des (An) sont enregistrées dans la station B1. Morwinsky et Bauer (1997) ont trouvé des différences significatives entre les antennes de différentes espèces, qui étaient associées à des différences dans leur comportement de chasse.

Les valeurs de (Pr) et (Ab) des espèces des B2 et PR sont plus faibles que celles des espèces de la station B1. Certaines études ont montré qu'une base plus étroite du pronotum peut permettre une meilleure mobilité à l'intérieur des fissures et des galeries du sol, et la possibilité de changer facilement l'orientation du mouvement entre les particules du sol.

Concernant les élytres, quoique les carabidés récoltés dans la station B1 enregistrent les plus grandes valeurs ($Ely_{moy}=3,65$ mm), mais selon la longueur des pattes ce sont de bons coureurs, ce qui confirme encore une fois que les carabidés préfèrent majoritairement la marche au vol pour se déplacer (Roume, 2011).

Ces résultats confirment l'hypothèse émise au début de cette étude, selon laquelle il y a une variation significative des variables morphométriques entre les milieux étudiés. Toutefois, on ne peut pas confirmer l'effet milieu sur ces variables.

Toutes les espèces répertoriées sont de petite taille. Les espèces dans la station B1 sont des espèces de type coureur- chasseur tandis que celles des stations B2 et PR sont de type creuseur et moins rapides. Ces résultats permettent d'attribuer le statut de milieux perturbés, traduisant des conditions sévères à savoir, l'indisponibilité de la nourriture.

Bien qu'une litanie de paramètres quantitatifs soit étudiée dans ce travail, l'approfondissement de cette partie est requis, en analysant d'autres paramètres quantitatifs, tels que les yeux, et les paramètres qualitatifs.

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, Tebessa. Algerie.

-B-

-Beenkens A (2021). Carabidae et régulation des adventices en agroécologie. <http://hdl.handle.net/2268.2/13223>

-C-

-Chenchouni H, Menasria T, Neffar S, Chafaa S, Bradai L, Chaibi R, Mekahlia MN, Bendjoudi D, Si Bachir A (2015). Spatiotemporal diversity, structure and trophic guilds of insect assemblages in a semi-arid Sabkha ecosystem. PeerJ 3 : e860.

-Cole LJ, Mc Cracken DI, Dennis P, Downie IS, Griffin AL, Foster GN, Murphy KJ, Waterhouse T (2002). Relationships between agricultural management and ecological groups of groundbeetles (*Coleoptera: Carabidae*) on Scottish farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93: 323-336.

-D-

-Dajoz R (1983). Diminution des populations de Coléoptères Carabidae en région parisienne. Causes et conséquences probables. *Cahier des naturalistes, Bulletin des naturalistes parisiens*, n.s., 39 : 61-65.

-Dajoz R (1993). Les coléoptères Carabidae d'une région cultivée : comparaison de la faune des cultures, des lisières et d'un bosquet. *Cahier des naturalistes, Bull.N.P.*, n.s 48, p67-80.

-Dajoz R (2002). Les Coléoptères Carabidés et Ténébrionidés : Ecologie et Biologie. Edition Auteur.

-Duchatenet G (1986). Guide des coléoptères d'Europe. Neuchatel, France.

-Duelli P, Obrist M K, Schmatz D R (1999). Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74(1-3), 33-64

-E-

-Evans MEG, Forsythe TG (1984). A comparison of adaptation to running, pushing and burrowing in some adult Coleoptera: especially Carabidae. *Journal of Zoology* 202: 513 - 534.

-F-

-Fattorini S, Mantoni S, Bergamaschi D et al (2020). Activity density of carabid beetles along an urbanisation gradient. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 66 : 21-36.

-Forman R T, Collinge S K (1996). The spatial solution to conserving biodiversity in landscapes and regions. *Conservation of faunal diversity in forested landscapes*, 537-568.

-Forsythe T. G. (1987). The relationship between body form and habit in some Carabidae (Coleoptera). *J. Zool. (Lond.)* 211: 643-666.

-G-

-Garcin A, Picault S, Ricard JM (2011). Le Point sur les Carabes en cultures fruitières et légumières. *Ctifl*, 31 : 1-8.

-Gobat JM, Aragno M, Matthey W (1998). *Le sol vivant*. Ed. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. 521p.

-H-

-Huey RB, Slatkin M (1976). Costs and benefits of lizard thermoregulation. *Quarterly Review of Biology* 51:363-384.

-J-

-Jeannel R (1941). *Faune de France. Coléoptères Carabiques première partie* Fédération Française des Sociétés de sciences naturelles. Pierre André imp. 571p.

-K-

-Kingsolver GK, Huey RB (2008). Size, temperature, and fitness: three rules. *Evolutionary Ecology Research* 10: 251-268.

-Krumbiegel I (1936). Untersuchungen über gleichsinnige geographische Variation. *Zool. Jb. Syst*, 68, 481-516.

-L-

-Lemesle B (2004). Carabes et Carabiques des sols cultivés et populations entomologiques couramment associées en Touraine. *Symbioses*, 11 :3-8.

-Liu Y, Axmacher JC, Li L, Wang C, Yu Z (2007). Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) inventories: a comparison of light and pitfall trapping. *Bulletin of Entomological Research* 97: 577-583.

-M-

- McGavin G (2000). Insectes araignées et autres arthropodes terrestres, LAROUSSE Bordas, achevé d'imprimer à Singapour sur les presses de Kyodo Printing Co.
- Magura T, Tóthmérész B, Lovei GL (2006). Body size inequality of carabids along an urbanisation gradient. *Basic and Applied Ecology* 7: 472-482.
- Mebarkia N (2021). Diversité des communautés de syrphes (Diptera : Syrphidae) dans différents types d'habitats dans la région de Tébessa : implications pour la conservation. Thèse de doctorat, Université Labi Tebessi, Tébessa. Algérie.
- Melnichuk NA, Olfert O, Youngs B, Gillott C. (2003). Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. *Agriculture Ecosystems & Environment* 95:69-72.
- Meteociel (2023). Observations, prévisions, modèles en temps réel. https://www.meteociel.fr/climatologie/obs_villes.php?code2=60475&mois=5&annee=2023.
- Monographie wilaya de Tébessa (2020), Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière (ANiREF).

-N-

- Nageleisen LM, Bouget C (2009). L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail " Inventaires Entomologiques en Forêt " (Inv.Ent.For.). ONF, 144 p., 978-2-84207-343-5.

-P-

- Pizzolotto R, Mazzei A, Bonacci T, Scalercio S, Iannotta N, Brandmayr P (2018). Ground beetles in Mediterranean olive agroecosystems: Their significance and functional role as bioindicators (Coleoptera, Carabidae). *PLoS ONE* 13(3): 0194551. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194551>.

-R-

- Roger JL, Jambon O, Bouger G (2013). Clé de détermination des Carabides. Paysages agricoles du Nord-Ouest de la France. pp : 7.8.9.
- Roume A (2011). Quelle est la contribution des milieux semi naturels à la diversité et à la répartition des assemblages de Carabidae circulants et hivernants dans un paysage rural tempéré ? Thèse de Doctorat, université de Toulouse, Toulouse, France.

-S-

-Saouache Y (2015). Etude biosystématique des Coléoptères Carabiques de la région de Constantine. Thèse doctorat ES Sciences, Université de Annaba, 115p.

-Szyszko J (1983). State of Carabidae (Col.) fauna in fresh pine forest and tentative valorisation of this environment. Warszawa, Pologne : Agric. univ. Press.

-T-

-Tenailleau M, Dor C, Maillet-Mezeray J (2011). Synthèse bibliographique sur l'écologie des Carabidae.

-Thiele HU (1977). Carabid Beetles in their Environments. Springer, Berlin. 369p.

-W-

-White EP, Morgan Ernest SK, Kerkhoff AJ, Enquist BJ (2007). Relationships between body size and abundance in ecology. Trends in ecology and evolution 22 (6): 323-330.