



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

**Université CHEIKH LARBI TEBESSI
- TEBESSA –**

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie des Êtres Vivants



MEMOIRE

Pour l'obtention du Diplôme de Master en Biologie
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie (SNV)
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Ecophysiologie Animale

Intitulé :

**Les principaux paramètres évalués afin d'étudier
la diversité fonctionnelle des Carabidae**

Présenté par : Lemita khedidja

Devant le jury:

Mme.. Amri Chirine	MCB	Université de Tébessa	Encadreur
Mme. Sbiki Majda	MCB	Université de Tébessa	Présidente
Mme. Benarfa Noudjoud	MCB	Université de Tébessa	Examinatrice

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements :

Premièrement je voudrais avoir pitié de l'âme de mon collègue **Lagaa Naziha** (rabi yarhamha).

Je veux faire un remerciement à ma enseignante qui plus fatiguer pour nous faire un bon travail de projet de fin d'étude.

Mercie à mon père et ma mère qui plus fatiguer pour nous obtenir des diplômes supérieurs,

Mercier aux mes frères et ma famille.

Mercie aux tous les enseignants de le primaire à l'université qui aide moi pour prendre ce diplôme.

Résumé

Dans le présent mémoire, nous nous sommes intéressés à donner les principales étapes dans l'étude de la diversité d'un peuplement carabique. La matrice de données prise en compte est en provenance de la Sebkhia Ezzmoul située à Oum El Bouaghi. Plusieurs paramètres de diversité taxonomique (la richesse spécifique, l'abondance relative, les indices de diversité) ainsi que les traits fonctionnels des espèces rencontrées (mobilité, taille, affinité à l'humidité et régime alimentaire) ont été analysés.

En utilisant les pots Barber, 173 individus ont été collectés répartis sur 9 sous familles, 14 genres et 18 espèces. Vis-à-vis des espèces, l'espèce *Cicindela maura* (Harpalinae) représente l'espèce la plus abondante, soit 29,48% du total. Selon les valeurs de l'occurrence, la catégorie la plus représentée est la catégorie très accidentelle (10 espèces). Les valeurs des indices de la diversité ($S = 18$, $H' = 2,07$, $H'_{\max} = 4,17$, $E = 0,70$, $D = 0,16$) montrent que le peuplement est diversifié et équilibré.

Globalement, la majorité des Carabidae piégés appartiennent à des espèces de taille moyenne (10 espèces, 55,55%), zoophages (13, espèces 72,22%), macroptères (sauf espèce *Megacephala euphratica*), et hygrophiles (11 espèces, 61,11%).

Mots clés : Carabidae, indices de diversité, traits fonctionnels.

Abstract

In this study, we are interested in giving the main steps in the study of the diversity of a carabid population. The data matrix taken into account comes from the Sebkhah Ezzmoul located in Oum El Bouaghi. Several taxonomic diversity parameters (specific richness, relative abundance, diversity indices) as well as the functional traits of the species encountered (mobility, body size, affinity to humidity and diet) were analyzed.

Using the Barber pots, 173 individuals were collected belonging to 9 subfamilies, 14 genera and 18 species. Regarding species, the species *Cicindela maura* (Harpalinae) represents the most abundant species, with 29.48% of the total. According to the values of the occurrence, the most represented category is the very accidental category (10 species). The values of the diversity indices ($S = 18$, $H' = 2.07$, $H'_{max} = 4.17$, $E = 0.70$, $D = 0.16$) show that the population is diversified and balanced.

Overall, the majority of trapped Carabidae belongs to medium-sized species (10 species, 55.55%), zoophages (13, 72.22% species), macroptera (except *Megacephala euphratica* species), and hygrophiles (11 species, 61, 11%).

Key words : Carabidae, diversity indices, functional traits.

الملخص:

في هذا التقرير ، نحن مهتمون باعطاء الخطوات الرئيسية في دراسة تنوع مجتمع الخنافس . تأتي مصفوفة البيانات المأخوذة في اعتبار في سبحة عزمول الواقعة في ام البواقي . تم تحليل العديد من متغيرات التنوع التصنيفي (الثراء النوعي، الوفرة النسبية ، مؤشرات التنوع) بإضافة الى السمات الوظيفية للانواع التي تمت مواجهتها (التنقل، الحجم، التقارب مع الرطوبة و النظام الغذائي).

باستخدام اواني الحلاق. تم جمع 173 فرد موزعين على 9 عائلات فرعية، 14 جنس و 18 نوعا. فيما يتعلق بالانواع ، *Cicindela maura* (Harpalinae) تمثل النوع الأكثر وفرة ، تمثل 29.48% من المجموع . وفقا لقيم الحدوث ، فان الفئة الأكثر تمثل هي فئة العريضية ذاتها (10 افراد) . فيم مؤشرات التنوع ($S = 18, H' = 2,07, H'_{max} = 4,17, E = 0,70, D = 0,16$) تبين ان المجتمع متنوعون و متوازنون. بشكل عام، تنتمي غالبية الخنافس المحاصرة الى أنواع متوسطة الحجم (10 افراد، 55.55%) ، حيوانية التغذية (13 فرد، 72.22%) ، بالاجنحة (الانوع *Megacephala euphratica*) ، الاسترطاب (11 نوع، 61.11%) .

الكلمات المفتاحية: الخنافس الأرضية ، مؤشرات التنوع، الصفات الحيوية .

Contenu

Remerciements :	3
Résumé	4
Abstract	5
:الملخص	6
Sommaire	Erreur ! Signet non défini.
Liste de tableaux	9
Liste de figures	9
Introduction	11
chapitre 1. État de connaissance	
1- Généralité sur les Carabidae	12
2- La morphologie des Carabidae	12
2-1- la morphologie d'adultes	12
2-2- Morphologie des larves	13
2-3- la morphologie des nymphes	14
3- Traits fonctionnels	14
3-1- La taille	14
3-2- La mobilité	15
3-3- Le régime alimentaire	15
4 - L'habitat	16
5- Le développement	16
5-1- Œufs : ponte et soins	16
5- 2- Larves : stades larvaires et durée de développement	16
5- 3- Le stade nymphal	16
6- Reproduction	18
6-1- Carabes d'été (larves d'hiver)	18
Tableau 1. Cycle de vie des carabidea d'étés (Mathieu, 2005)	19
6-2- Carabes de Printemps	19
Tableau2. Cycle de vie des carabidea de printemps (Mathieu, 2005)	19
7- Intérêts des carabidés	19
7-1- Les Carabidae comme bioindicateurs	19
7-2- Carabidés et lutte biologique	21
Chapitre 2. Description de la zone d'étude & échantillonnage	
1. Description de la région d'étude	22
2. Etude bioclimatique	24
2.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls	24
2.2. Climagramme d'Emberger	25
3. Echantillonnage et identification	27
3.1. Méthode d'échantillonnage	28
3.2. Design expérimental	28
3.3. Identification des espèces	29

Chapitre 3. Etude de la biodiversité fonctionnelle

1. Etude de la structure et de la composition	30
1.1. Abondance et occurrence	31
1.2. Richesse spécifique	32
2. Analyse indicielle	32
3. Etude des traits fonctionnels	33
3.1. La taille	35
3.2. Le type alaire	35
3.3. Le régime alimentaire	36
3.4. L'affinité à l'humidité	37

Chapitre 4. Discussions

1-Analyse de traits fonctionnel :	38
1- 1- La taille	38
1-2-mobilité	38
1-3- Régime alimentaire	38
1-4- L'affinité à l'humidité	39
Conclusion	40
Bibliographie	41

Liste de tableaux et figures

Liste de tableaux

Numéro de tableau	Titre	page
Tab 01	Cycle de vie des carabidea d'étés (Mathieu, 2005) .	
Tab 02	Cycle de vie des carabidea des printemps (Mathieu, 2005) .	15
Tab 03	Liste des espèces carabiques capturées au niveau du lac salé Ezzemoul, Oum ElBouaghi (Amri, 2020).	33
Tab 04	Abondance relative [AR%] et occurrence [Occ%] des espèces carabiques récoltées à Ezzeloul, Oum El Bouaghi (Amri, 2020)	34
Tab 05	Valeurs calculées des différents indices de diversité au niveau d'Ezzmoul, Oum El Bouaghi.	36
Tab 06	Trais d'histoire des espèces récoltées au niveau d'Ezzoul, pol, phy, zoo, hyg, xer, mes, moy, pet taille, gra taille, moy taille, macroptère, brachptère (Amri, 2020).	36

Liste de figures

Numéro de figure	titre	page
Fig 01	Morphologie générale d'un carabidé adulte (Du Chatenet, 1986).	11
Fig 02	La forme larvaire d'un carabidé (campodéiforme) (Lindroth, 1974).	12
Fig 03	Exemple d'une carte géographique de la région d'étude (Mebarkia <i>et al.</i> , 2020).	26
Fig 04	Exemple du positionnement des stations d'étude (Amri, 2020).	26
Fig 05	Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la région de Tébessa appliqué pour la période (1972-2018).	28
Fig 06	Positionnement de la région de Tébessa sur le climagramme d'Emberger (1972-2018).	30
Fig 07	Pots Barber installés (Cliché personnel, 2019).	31
Fig 08	Exemple d'un design expérimental.	32
Fig 09	Proportion des espèces de Carabidés (Petites, moyennes, grande taille) dans le peuplement global	39
Fig 10	Proportion des espèces de Carabidés (Brachyptère, Macroptères) dans le peuplement global	40

Liste de tableaux et figures

Fig 11	Proportion des espèces de Carabidés (Zoophages, Phytophages, Polyphages) dans le peuplement global.	41
Fig 12	Proportion des espèces de Carabidés (Xérophiles, Hygrophiles et Mésophiles) dans le peuplement global.	42

Introduction

L'ensemble des coléoptères représente environ 1/4 des espèces connues du monde vivant, c'est un ordre numériquement important parmi la faune du sol de nombreux écosystèmes. Les Carabidae en sont une des familles les plus abondantes et les plus diversifiées avec environ 40 000 espèces décrites dans le monde c'est-à-dire 15% des espèces de coléoptères connues, dont environ 1 000 pour la France. Les Carabidae font aussi partie de la macrofaune épigée (qui vit à la surface du sol, dans la litière ou dans l'humus) la plus abondante dans les paysages ruraux, les Anglais les appellent d'ailleurs « ground beetles ». Cette abondance par ailleurs leur donne un rôle relativement important dans les milieux auxquels ils appartiennent. En Algérie, à l'exception de quelques études (Ouchtati et *al.*, 2012, Souache et *al.*, 2014 ; Balhadid et *al.*, 2014 ; Amri et *al.*, 2019), ce groupe taxonomique écologiquement important, reste méconnu et mal étudié.

Ce mémoire a pour but d'analyser la diversité fonctionnelle et taxonomique de cet assemblage, en utilisant à des paramètres de structure et de composition. Vu l'apparition inattendue de la pandémie COVID 19, nous avons fait des applications numériques sur une matrice en provenance d'une recherche faite dans des lacs salés situés à l'est algérien. En plus, ce travail représente un guide pour les futurs étudiants qui s'intéressent à l'étude de la diversité.

Ce travail s'articule autour les chapitres suivants :

- Nous avons regroupé les données bibliographiques sur la morphologie, la systématique, les traits biologiques et l'importance des Carabidae dans le premier chapitre.
- Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté comment faire une bonne description de la zone d'étude ainsi que le matériel et les méthodes d'étude.
- Enfin nos résultats sont exprimés dans le quatrième chapitre qui comporte l'étude des traits fonctionnels des peuplements des carabidés.

1- Généralité sur les **Carabidae**

Les Carabidae sont des insectes coléoptères souvent utilisés dans des recherches en écologie du paysage ou dans des études de milieu, ils ont l'avantage d'être nombreux et d'occuper presque tous les milieux (Conlon et al, 2005). Ils représentent une des familles les plus abondantes et les plus diversifiées, avec environ 40 000 espèces décrites dans le monde, c'est-à-dire 15% des espèces de coléoptères connues. Ces espèces font aussi parti de la macrofaune épigée (qui vit à la surface du sol, dans la litière ou dans l'humus) la plus abondante dans les paysages ruraux, les Anglais les appellent d'ailleurs « ground beetles ». Cette abondance par ailleurs leur donne un rôle relativement important dans les milieux auxquels ils appartiennent (INRA, 2015).

Les carabidés appartiennent à l'embranchement des arthropodes, ordre des coléoptères, sous ordre Adephaga terrestre ou Geodephaga, classe des insectes. Ils représentent l'une des familles les plus riches en espèces. Dans son ouvrage '*Coléoptères du Nord de l'Afrique*', Bedel (1895) utilisa le terme Caraboidea qui englobe sept familles : (i) Cicindelidae, (ii) Carabidae, (iii) Paussidae, (iv) Haliplidae, (v) Hygrobiidae, (vi) Dyticidae, (vii) Gyrimidae (Amri, 2020).

2- La morphologie des Carabidae

2-1- la morphologie d'adultes

Les sous-familles de **Carabidae** diffèrent mais ont en commun un grand nombre de traits morphologiques et écologiques.

- L'abdomen possède 6 sternites (sauf **Brachinus** qui en possède 8), dont les trois premiers sont soudés.
- Les pattes sont fonctionnelles pour la course mais certaines présentent des variations morphologiques (longueur des articles liée à certaines adaptations, à la vie fouisseuse par exemple).
- Les tarsi sont toujours composés de 5 articles, et ceux des pattes antérieures et médianes sont souvent élargis chez le mâle et peuvent être munis de phanères adhésifs, qui aident celui-ci à se cramponner au dos de la femelle lors de l'accouplement.
- Les antennes sont toujours filiformes ou moniliformes, composées de 11 articles (Mickael al, 2011).

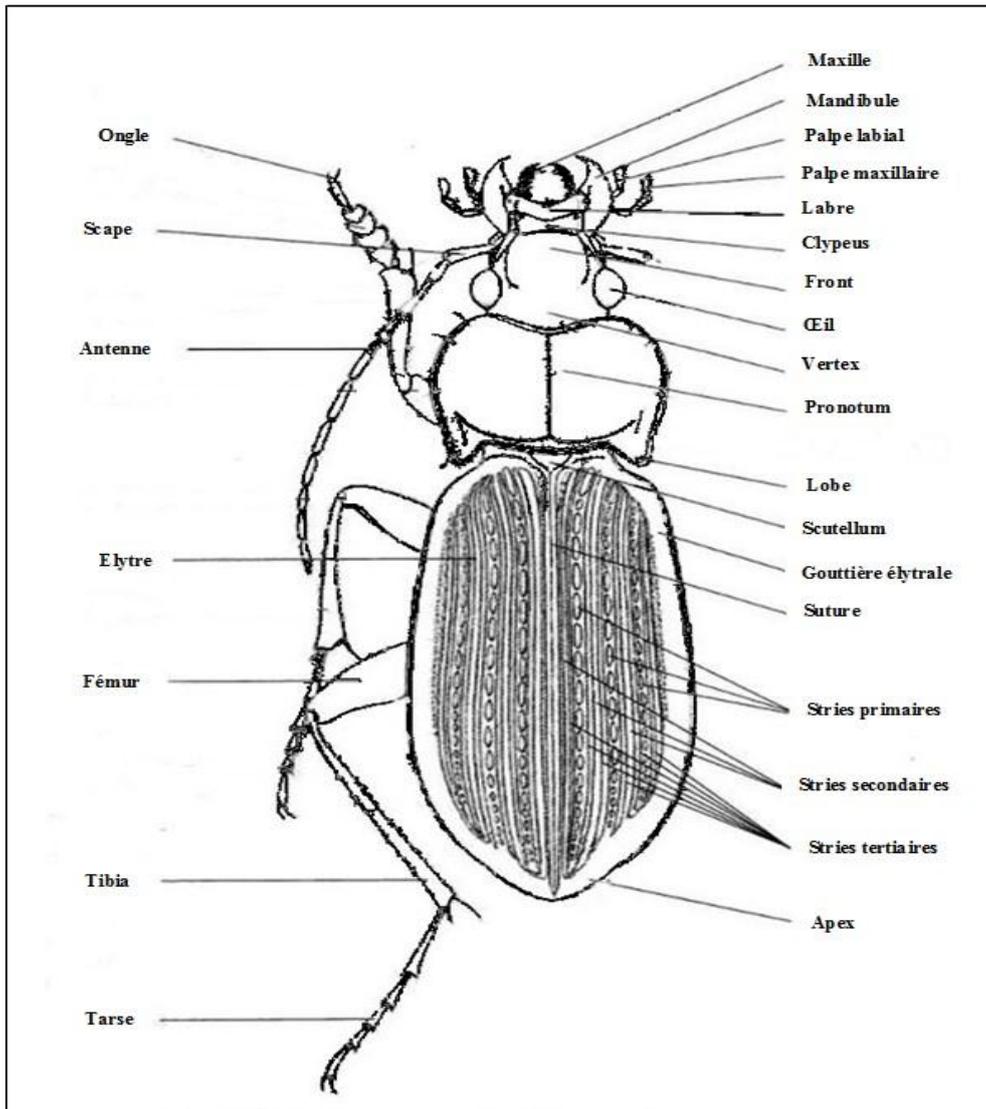


Figure 1. Morphologie générale d'un carabidé adulte (Du Chatenet, 1986).

2-2- Morphologie des larves

Les larves de Carabidae ont une morphologie typique dite campodéiforme, c'est-à-dire dépourvue d'ailes et grandissant sans changements de forme au cours des différentes mues.

Il existe généralement 2 mues, donc 3 stades larvaires. Ces larves ont des téguments chitinisés, un corps allongé et grêle, une grosse tête généralement horizontale, des mandibules développées et des pattes relativement longues formées de 6 segments (Mickael al ,2011).

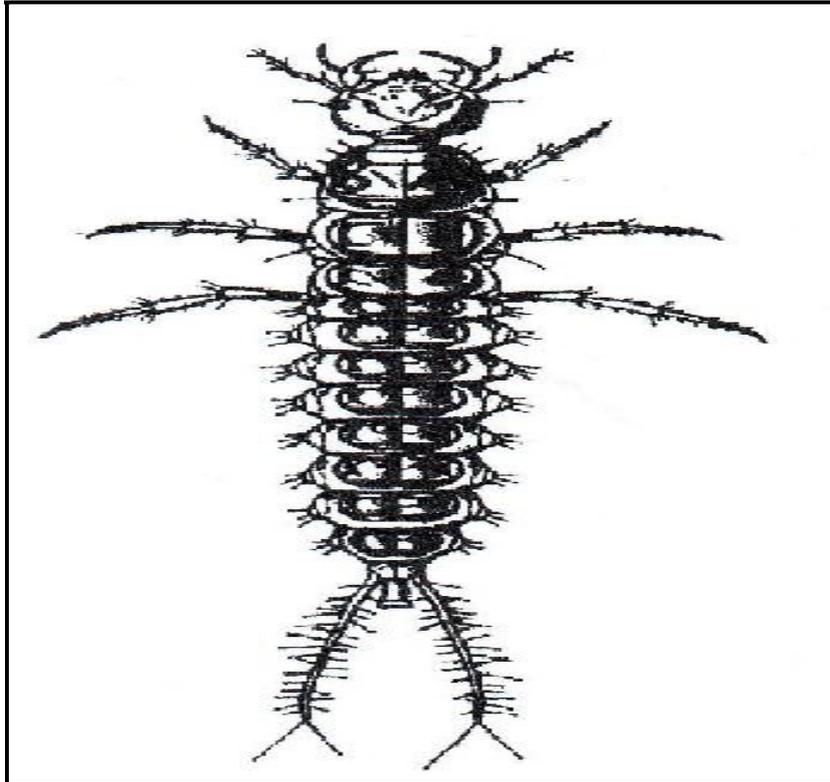


Figure 2. La forme larvaire d'un carabidé (camptopodéiforme) (Lindroth, 1974).

2-3- la morphologie des nymphes

Les nymphes des Caraboidea sont nues, à abdomen mobile et appendices détachés du corps. Elles sont souvent hérissées de longues soies, et portent des expansions latérales sur le pronotum ou les segments abdominaux. Tous ces organes transitoires ont pour rôle d'isoler la nymphe des parois de la logette dans laquelle la larve s'est transformée. La tête est toujours infléchie, avec les étuis des pièces buccales dressés. Les ptérothèques sont obliquement dirigées en sautoir sur les côtés du corps. La ptérothèque 1 renferme l'ébauche de l'élytre ; son extrémité distale forme un diverticule en doigt de gant, vestige sans doute de la partie apicale de l'aile primitive, disparue au cours de l'évolution qui en a fait un élytre (Amri, 2020).

3- Traits fonctionnels

3-1- La taille

Au sein de la famille, les différences de tailles sont très importantes, en

France la gamme de taille s'étend de 2 à 50 mm. Il existe des variations entre les individus d'une même espèce (Mickael et al, 2011). Les caractères sexuels secondaires sont souvent peu marqués, excepté parfois une légère différence de taille (souvent les femelles sont plus grandes), une modification des tarsi antérieurs chez les mâles pour la reproduction ou encore des différences nettes de couleurs ou de brillance (ex : *Harpalus* spp.) (Mickael et al, 2011).

Selon les espèces, les Carabidae sont de tailles très différentes et ils possèdent une grande diversité de morphologies des pièces buccales. Une espèce comme *Dyschirius globus* ne mesure que 2 à 3 mm, tandis que *Abax ater* peut mesurer jusqu'à 24 mm. Certains représentants du genre *Carabus* dépassent les 30 mm. Cette diversité de tailles parmi les individus est associée à une diversité de taille de proies. En outre, la forme et la taille de leurs pièces buccales leur confèrent différentes aptitudes à la consommation. (Siffert, 2018).

3-2- La mobilité

L'étude de la capacité de dispersion des adultes permet de s'intéresser à l'influence de la morphologie alaire sur l'aptitude à coloniser de nouveaux milieux. Plusieurs catégories se dessinent alors, à savoir les espèces brachyptères et aptères, les macroptères ou encore les dipolymorphiques (dimorphiques). Les premiers ont des ailes atrophiées ou inexistantes, tandis que les macroptères, aux ailes bien développées et fonctionnelles, possèdent un grand pouvoir de dispersion potentiel (« bons voiliers »). On distingue plusieurs cas particuliers : certaines espèces qualifiées de macroptères, mais possédant des muscles alaires plus ou moins atrophiés (incapables de se déplacer sur de grandes distances). (Mickael et al, 2011).

L'aptitude au vol définit en grande partie la stratégie de colonisation des milieux (recherche de nourriture notamment), la sensibilité et l'échelle de perception du paysage. Ainsi, les brachyptères et les macroptères diffèrent de par leur sensibilité aux pratiques agricoles : les macroptères ont un déplacement plus rapide que les brachyptères et ainsi une aptitude de colonisation et d'adaptation plus grande en cas de perturbation (Mickael et al, 2011).

3-3- Le régime alimentaire

Beaucoup d'espèces sont carnivores (zoophages) durant au moins une période de

leur vie et leur régime alimentaire peut être très varié. Les larves ont souvent un régime carnivore plus accentué que les adultes. Le genre *Carabus* a un régime carnivore varié, alors que d'autres Carabes sont plus spécialisés. Certains sont des prédateurs stricts d'escargots et de limaces, comme les espèces des genres *Cychrus* et *Licinus*. D'autres tels que les *Calosoma* consomment les chenilles défoliatrices. Les espèces plus petites négligent les mollusques et préfèrent les arthropodes, ou les microarthropodes (collembolés, acariens) pour les plus petites d'entre elles. Beaucoup d'espèces ont une alimentation mixte animale et végétale. Ces espèces omnivores appartiennent essentiellement aux sous-familles des Harpalinae et des Zabrinae. D'autres sont phytophages quasi exclusivement, et souvent granivores. Certaines espèces peuvent même provoquer ponctuellement des dégâts aux cultures, comme par exemple *Zabrus tenebrioides* sur le blé ou certains *Harpalus* et *Pseudoophonus* sur fraisier (Alain, 2011).

4 - L'habitat

Les Carabidae peuvent coloniser un grand nombre d'habitats terrestres, depuis le bord des eaux jusqu'aux milieux souterrains, du niveau de la mer jusqu'aux prairies alpines. Ils sont sensibles aux facteurs abiotiques (climat, caractéristiques du sol) et au type de couverture végétale. De nombreuses espèces sont caractéristiques des milieux ouverts, prairies naturelles ou milieux cultivés, d'autres du milieu forestier.

Les espèces peuvent hiverner dans les parcelles cultivées. Elles sont donc particulièrement sensibles aux pratiques culturales (labour, désherbage). Dans les cultures légumières, elles hivernent préférentiellement dans les zones non cultivées de bordure. Dans tous les cas, la préservation des infrastructures agro-écologiques est importante pour maintenir leur présence dans les cultures (Alain, 2011).

5- Le développement

5-1- Œufs : ponte et soins

Les Carabidae sont ovipares et les femelles possèdent un organe de ponte appelé ovipositor. La plupart d'entre elles vont simplement pondre sur le sol, ou bien creuser de petites cavités dans lesquelles elles placent en général un seul œuf. Chez certaines espèces, les œufs sont placés dans des cellules de boue, attachées à divers éléments de la litière. Cette cellule a un rôle de protection contre les attaques fongiques. Un comportement plus complexe peut être observé chez d'autres individus où les

femelles restent près des œufs jusqu'à éclosion et même jusqu'au début de la pigmentation des jeunes imagos. Elles nettoient alors les œufs durant tout le développement, limitant le développement de champignons (Mickaei et al, 2011).

Le nombre d'œufs pondus sera fonction de l'apport ou non de soins, allant de 5 à 10 pour les femelles apportant des soins et jusqu'à plusieurs centaines chez les autres. En d'autres termes, l'existence de « soins parentaux » s'accompagne d'une baisse de fécondité. Le nombre d'œufs augmenterait aussi en fonction de la quantité de nourriture ingérée par les femelles. On note une augmentation du nombre d'œufs de *Poecilus cupreus* quand l'état nutritionnel est meilleur (Mickaei et al, 2011). Contrairement au volume qui peut varier en fonction des espèces, la forme de l'œuf sera relativement la même chez toutes. En général, les œufs, du moins lors de la ponte, sont très légèrement arqués, un peu à la manière d'un haricot. L'incubation est en moyenne de 10 à 15 jours. La durée du développement est fonction des paramètres abiotiques comme la température et la quantité de nourriture disponible. *Van Dijk* (1994) a montré que *Calathus melanocephalus* et *Poecilus versicolor*, élevés à basse température et recevant peu de nourriture, sont plus petits et se développent plus lentement (Mickaei et al, 2011).

5- 2- Larves : stades larvaires et durée de développement

A l'éclosion les larves sont très voraces, et après trois stades (les exceptions sont rares) elles vont entamer leur métamorphose, se transformer en nymphe puis devenir adulte. La durée du cycle est variable selon l'espèce et aussi fonction des facteurs abiotiques tels que l'humidité et la température. En général, la durée du cycle de développement larvaire est de 1 an mais elle peut atteindre jusqu'à 4 ans chez certaines espèces quand les conditions climatiques sont défavorables.

Les larves hivernent, elles réalisent une diapause qui correspond à un arrêt de l'activité métabolique. Ce changement repose sur le déclenchement de réactions endocriniennes liées à des facteurs physiques du milieu ambiant (température, humidité, luminosité...). L'insecte est alors plus sensible et doit se protéger lors de cette phase, d'où l'intérêt de la présence d'abris (dans le sol, sous les pierres, les haies, les bosquets, les bandes enherbées, ...) dans son milieu de vie. C'est au terme du dernier stade que la larve va s'enfoncer plus ou moins profondément en terre (selon la nature du sol), pour s'y confectionner une spacieuse loge dite « loge nymphale ». Le futur imago devra être contenu dans cet espace. La larve entrera alors dans une

phase de « pré-nymphose », durant laquelle s'opèrent des remaniements internes très importants, suivi de la mue qui donnera une nymphe. (Mickaei et al, 2011).

5- 3- Le stade nymphal

Parvenue au terme de sa croissance au troisième et dernier stade larvaire, la larve s'immobilise, c'est le stade préparatoire de la métamorphose. Après avoir passé 10 à 15 jours dans le sol, la larve se nymphose. Le tégument dorsal va alors s'ouvrir de façon longitudinale au niveau du thorax laissant ainsi libre la nymphe qui sera dans un premier temps étirée et très peu rigide. En général, la phase d'émergence est rapide, de l'ordre de quelques minutes, et grâce à des contractions successives la nymphe va pouvoir se défaire de son enveloppe protectrice. La phase de raffermissement débute alors pour permettre à l'insecte d'acquérir une forme définitive en partie semblable à l'insecte adulte, dans la mesure où il est possible de distinguer déjà certains organes et appendices (yeux, pattes...) La durée de cette nymphose est assez courte, de l'ordre de 15 à 45 jours, durant cette période la nymphe va changer de couleur. A l'origine complètement blanche, elle va se pigmenter progressivement (yeux, mandibules, appendices thoraciques). La fin de la pigmentation (apparition de la coloration) est suivie de l'émergence de l'adulte dans un délai d'1 à 2 jour(s) (Mickaei et al, 2011).

6- Reproduction

Il existe deux types de développement chez les carabes : les espèces à larves d'été (ou carabes de printemps) et les espèces à larves d'hiver (carabes d'été) (Mathieu, 2005) .

6-1- Carabes d'été (larves d'hiver)

Les carabes d'été possèdent généralement une durée de vie plus élevée que les carabes de printemps. La période de reproduction est plus longue (tout l'été) et la ponte a lieu durant l'automne. Ce sont les larves L2 et L3 qui passeront l'hiver généralement en diapause (il existe certaines espèces sans diapause hivernale). C'est la diapause larvaire. L'imago éclot au début du printemps et se reproduit durant l'été, juste après une période nécessaire à la maturation de son appareil génital (Mathieu, 2005) .

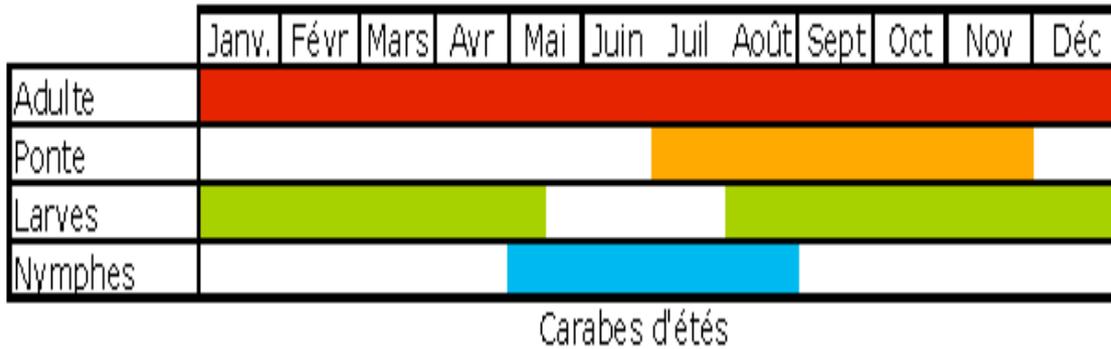


Tableau 1. Cycle de vie des carabidea d'étés (Mathieu, 2005) .

6-2- Carabes de Printemps

Les carabes de printemps possèdent un cycle de vie plus court. La reproduction a lieu durant le printemps et la ponte durant la première quinzaine d'avril. Le développement larvaire est rapide (entre 2 et 3 mois). L'imago éclot pendant l'été et peut rentrer en hibernation. Il se reproduira alors à la fin de l'hiver pour mourir durant le printemps. C'est le cas de beaucoup d'espèces (Mathieu, 2005).

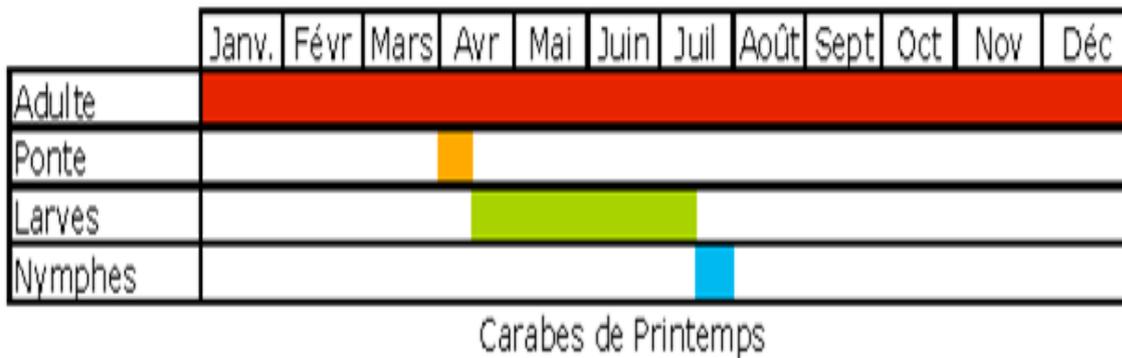


Tableau2. Cycle de vie des carabidea de printemps (Mathieu, 2005) .

7- Intérêts des carabidés

7-1- Les Carabidae comme bioindicateurs

La bioindication est avant tout un concept qui peut s'appliquer dans de nombreux domaines environnementaux et qui peut utiliser de nombreuses méthodes. Le domaine le plus confronté à la bioindication est la conservation de la nature. Dans ce contexte, elle a pour but d'utiliser les organismes vivants de manière à essayer d'évaluer les qualités d'un milieu naturel(Oliveri,2018).

Selon Blandin, un bioindicateur est « un organisme ou un ensemble d'organismes qui, par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques, permet, de façon pratique et sûre, de caractériser l'état d'un écosystème et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées ». Dans le domaine agricole, ces indicateurs permettent aux agriculteurs d'observer et d'évaluer les effets de leurs techniques agricoles et les adapter si nécessaire. De plus, les carabides peuvent jouer un rôle dans le contrôle des ravageurs dans les agroécosystèmes. En effet, ils peuvent lutter contre les pucerons, larves de lépidoptères ou encore limaces connus pour être des nuisibles des cultures (Oliveri,2018).

Dans le cadre de ce TFE, le bioindicateur est défini comme un assemblage d'organismes. Il s'agit d'un assemblage de carabides qui vont renseigner sur l'état et le fonctionnement d'un agroécosystème. Dans ce contexte-ci, il est intéressant d'utiliser un indicateur biologique autre que physico-chimique pour intégrer l'ensemble des perturbations environnementales (utilisation de pesticides, perturbations des horizons du sol, etc.). (Oliveri,2018).

Un bioindicateur idéal doit avoir les caractéristiques suivantes:

- Être connu scientifiquement (sa biologie, son écologie, son alimentation, sa reproduction, sa place dans la chaîne trophique, son exposition aux polluants et sa capacité de résistance)
 - Être lié ou corrélé à des fonctions de l'écosystème.
 - Intégrer des propriétés ou des processus physiques, chimiques et biologiques du sol.
 - Pouvoir rendre compte des méthodes de gestion des sols et des différents types de pollution des sols
 - Présenter des qualités de mesure (précision, fiabilité, robustesse)
 - Être validé (connaissance de l'amplitude des réponses liées aux variations naturelles)
 - Être facile à utiliser et d'un coût abordable (échantillonnage et détermination).
- Les assemblages de Carabidae sont d'excellents indicateurs d'intégrité du milieu, étant donné qu'ils sont très caractéristiques des habitats occupés.

De fait, les carabidés sont extrêmement sensibles aux modifications de l'habitat, d'où une diminution du nombre d'espèces dans les cultures après la baisse d'habitat semi-naturel. De plus, ce sont des arthropodes faciles à attraper, à identifier et présentant une réponse rapide aux différentes pratiques agricoles. (Oliveri,2018).

7-2- Carabidés et lutte biologique

Plusieurs études ont mis en évidence un potentiel de prédation des carabes contre les œufs et les larves de certains coléoptères, notamment le doryphore de la pomme de terre, **Leptinotarsa decemlineata**. Il rapporte plusieurs recherches effectuées en Russie, au Mexique et en Amérique du Nord, mais peu ont été menées en Europe hors du laboratoire. D'après ces études, les Carabidae capables de réguler les populations de coléoptères ravageurs sont notamment **Pterostichus melanarius** et **Carabus sp.** (Siffert, 2018). La transition d'une agriculture intensive vers des pratiques agroécologiques implique un profond changement quant à la considération et à la gestion du sol. En effet, si celui-ci est perçu comme un substrat dans le cadre des pratiques intensives, il sera davantage considéré comme le milieu de vie de nombreux organismes en agroécologie. Pendant la transition, les pratiques mises en place visent à maximiser la biodiversité du sol. Bien que positif à long terme pour les organismes qu'il abrite, tout changement implique une perturbation pour les espèces établies. Les carabes n'échappent pas à ce principe. Chaque espèce de Carabidae est associée à un habitat, avec un seuil de tolérance plus ou moins élevé. Bien que ces insectes soient communs dans les milieux agricoles, ils ne se répartissent pas de la même manière selon les pratiques en place. Plusieurs études ont démontré une différence significative dans la composition des communautés de carabes en agriculture intensive, comparées à celles en agriculture biologique ou en agroécologie. Ainsi, au moment de la transition, les communautés de carabes établies dans les différentes cultures ne seront pas les mêmes qu'après la transition. Dans la perspective d'utiliser le potentiel de prédation des carabes pour lutter contre les ravageurs de cultures, il est important de connaître la composition des communautés dans les différentes cultures dès le début de la transition (Siffert, 2018).

1. Description de la région d'étude

Dans ce type d'études, la description des régions, zones ou sites choisis est indispensable. En effet, ces caractéristiques vont aider beaucoup dans l'explication et l'interprétation des résultats qui seront obtenus à la fin de la recherche. La description doit être assez complète et comporte toutes les informations pouvant servir, de loin ou de près, le vif du sujet de l'étude. Or, parmi les éléments à décrire la situation géographique avec les coordonnées (*eg.* 35° 53' 137" N, 6° 30' 200" E, élévation de 900 m), une carte très claire et explicative, des détails sur la végétation, le sol, la topographie, ...etc.

Quand on choisit un site d'étude, on arrive à une autre étape très importante; le choix des stations d'étude. Généralement, le site est une grande étendue et ne peut pas être toute étudiée, c'est pour cette raison qu'il faut opter pour des parties de cette étendue, appelées stations, afin de réaliser le travail de recherche convenablement. Ce choix ne se fait pas aléatoirement, c'est en fonction des objectifs fixés *à priori* que le chercheur prend en considération telle ou telle station. Il est à signaler que le choix doit être justifié afin d'y donner une valeur scientifique, par exemple le choix des stations peut reposer sur plusieurs critères: (i) le couvert végétal (présence ou absence et le type de végétation dominant), (ii) l'éloignement des stations l'une de l'autre dans le même site, (iv) aucune étude récente ou ancienne n'a été effectuée sur la faune en question dans ces stations et, (v) l'accessibilité et la sécurité et autres. Dans le cas des Carabidae, on favorise toujours les endroits ayant une bonne densité végétale et humides, mais ça ne veut pas dire qu'on exclut les autres endroits (sec et nus).

Ci-dessous un exemple d'une carte géographique de la wilaya de Tébessa, qui représente dans ce cas la région d'étude. Les numéros 1 à 6 représentent les stations choisies par le chercheur pour échantillonner ses espèces.

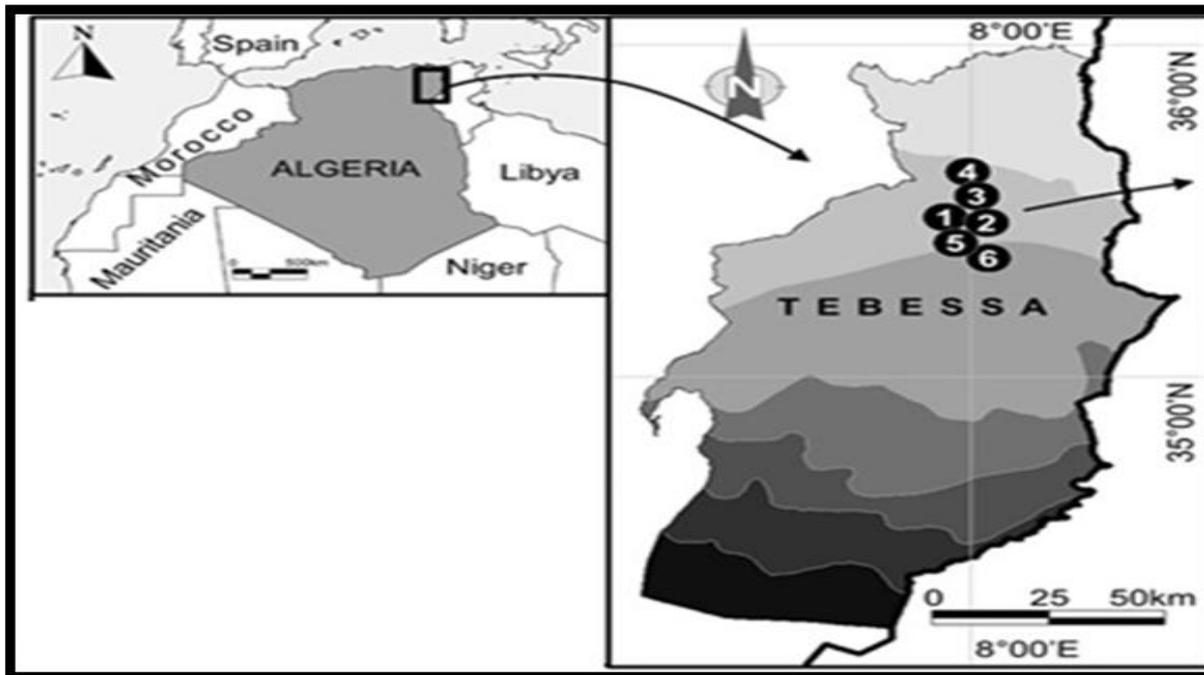


Figure 3. Exemple d'une carte géographique de la région d'étude (Mebarkia *et al.*, 2020).

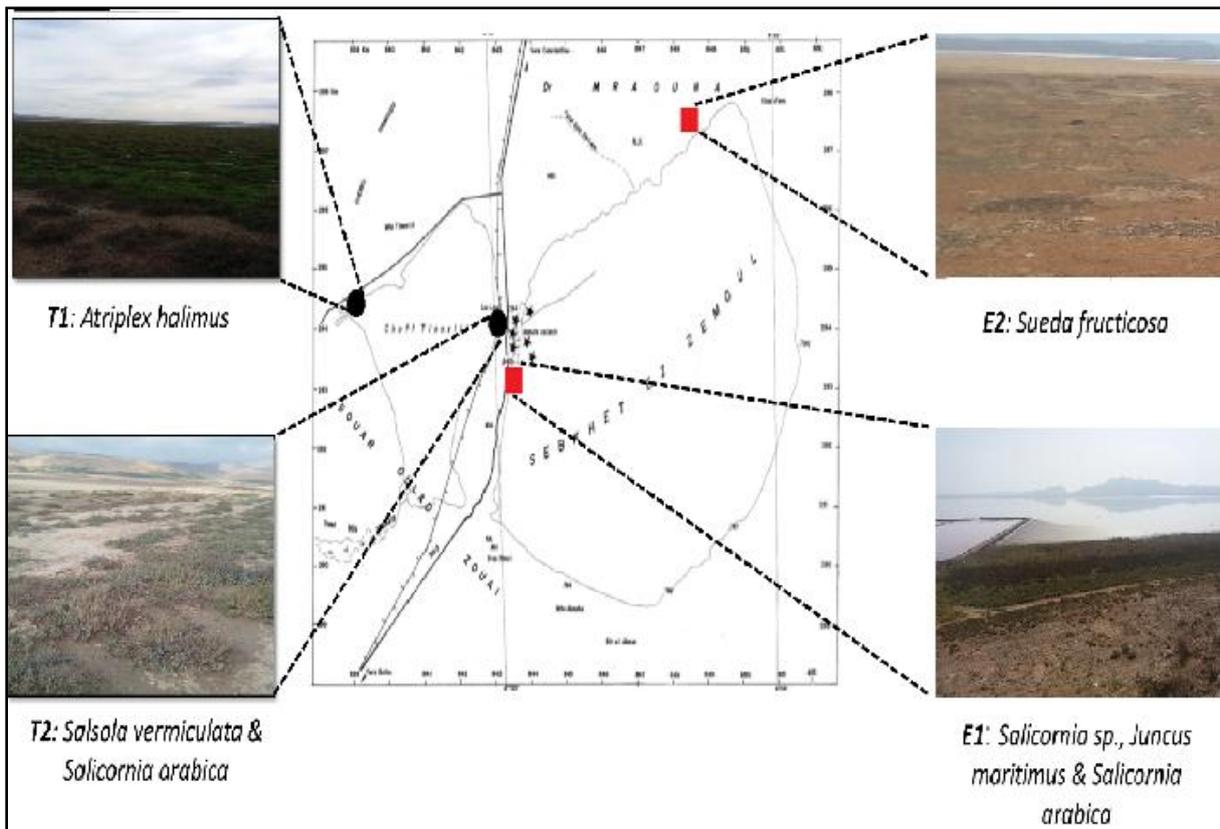


Figure 4. Exemple du positionnement des stations d'étude (Amri, 2020).

2. Etude bioclimatique

La description climatique de la zone d'étude représente la deuxième étape de l'étude. Elle est faite sur la base des données météorologiques de plusieurs années (plus de 20 ans), et permet d'analyser les variations des précipitations et des températures sur une longue période et sur la période d'étude. Dans notre cas, nous avons pris comme exemple les données climatiques de la période 1972-2018, de la région de Tébessa.

2.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls

Ils sont construits en portant en abscisses les mois et en ordonnées les précipitations sur un axe et les températures sur le second en prenant soin de doubler l'échelle par rapport à celle des précipitations (Faurie *et al.*, 2003). La saison aride apparaît quand la courbe des précipitations recoupe celle des températures (Dajoz, 1985). Un mois est réputé « sec » si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé « humide » dans le cas contraire (Frontier *et al.*, 2004).

Pour la période climatique sus-indiquée montre que la saison sèche s'étend de Mai jusqu'au mois de Septembre (Fig.5).

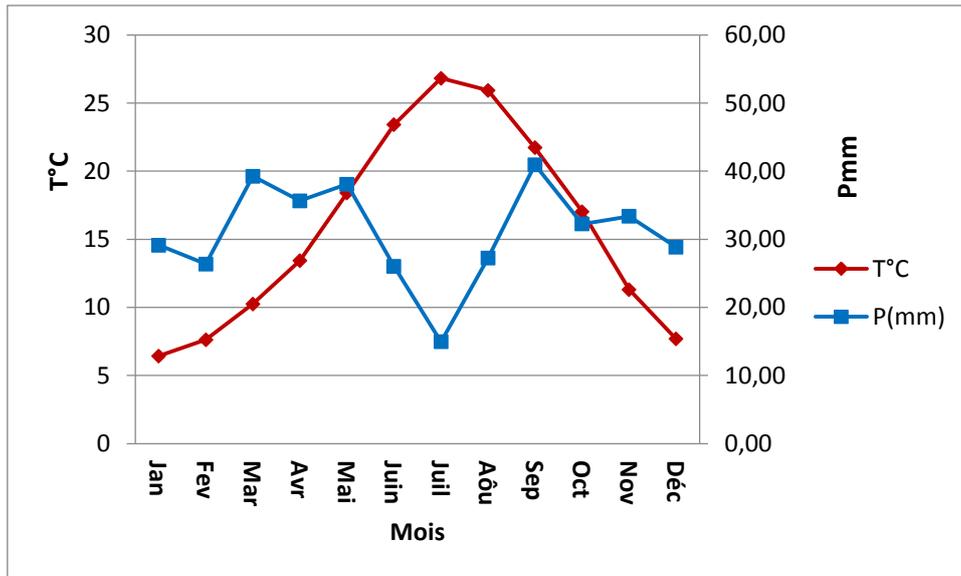


Figure 5. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la région de Tébessa appliqué pour la période (1972-2018).

2.2. Climagramme d'Emberger

En 1932, Emberger proposa une formule permettant le calcul de l'indice d'aridité annuel en tenant compte des précipitations et de la température. Cette formule s'énonce comme suit :

$$Q = \frac{1000 P}{\frac{M + m}{2} (M - m)}$$

Où :

Q : Quotient pluviométrique d'Emberger

P : Pluviométrie annuelle en (mm)

$M+m/2$: Température moyenne

$M-m$: Amplitude thermique maximale

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en (°C)

m : Moyenne des minima de mois le plus froid (°C)

Cette formule a été modifiée par Stewart (1969), et est devenue par la suite plus simple:

$$Q = 3,43 \times \frac{P}{M - m}$$

On prend comme exemple les données climatiques obtenues de la station météorologique de Tébessa pour une période de 46 ans (1972 – 2018). Le calcul du quotient d'Emberger Q a permis de placer Tébessa dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver froid, soit $Q=29,38$ et $m = -3,81^{\circ}\text{C}$.

*Application numérique : $Q = 3,43 \times (372,03 / 43,99) = 29$

	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Avr</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil</i>	<i>Aôu</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dé c</i>
M°C	19,12	21,39	25,11	28,49	33,46	38,43	40,18	38,48	35,51	30,07	24,1	20, 11
m°C	-3,81	-3,13	-1,59	0,87	4,48	8,84	12,55	12,31	8,42	3,78	-0,43	- 3,0 4
T°C	6,43	7,62	10,25	13,43	18,39	23,41	26,82	25,93	21,72	17,02	11,3	7,6 8
P(mm)	29,12	26,35	39,26	35,65	38,08	26,04	14,95	27,22	40,93	32,23	33,36	28, 84
$P_{\text{somme}} = 372,03$ $M - m = 40,18 + 3,81 = 43,99$ $T_{\text{moy}} = 15,83$												

De même, selon l'indice d'aridité de De Martonne, Tébessa est soumise à un climat semi-aride avec un indice $I = 14,40$. L'indice de De Martonne est donné par la formule suivante:

$$I_{\text{ar-DM}} = P / (T_m + 10)$$

P : le total annuel des précipitations en mm.

T_m : la température moyenne annuelle en °C.

*Application numérique : $I_{\text{ar-DM}} = 372,03 / (15,83 + 10) = 14,40$

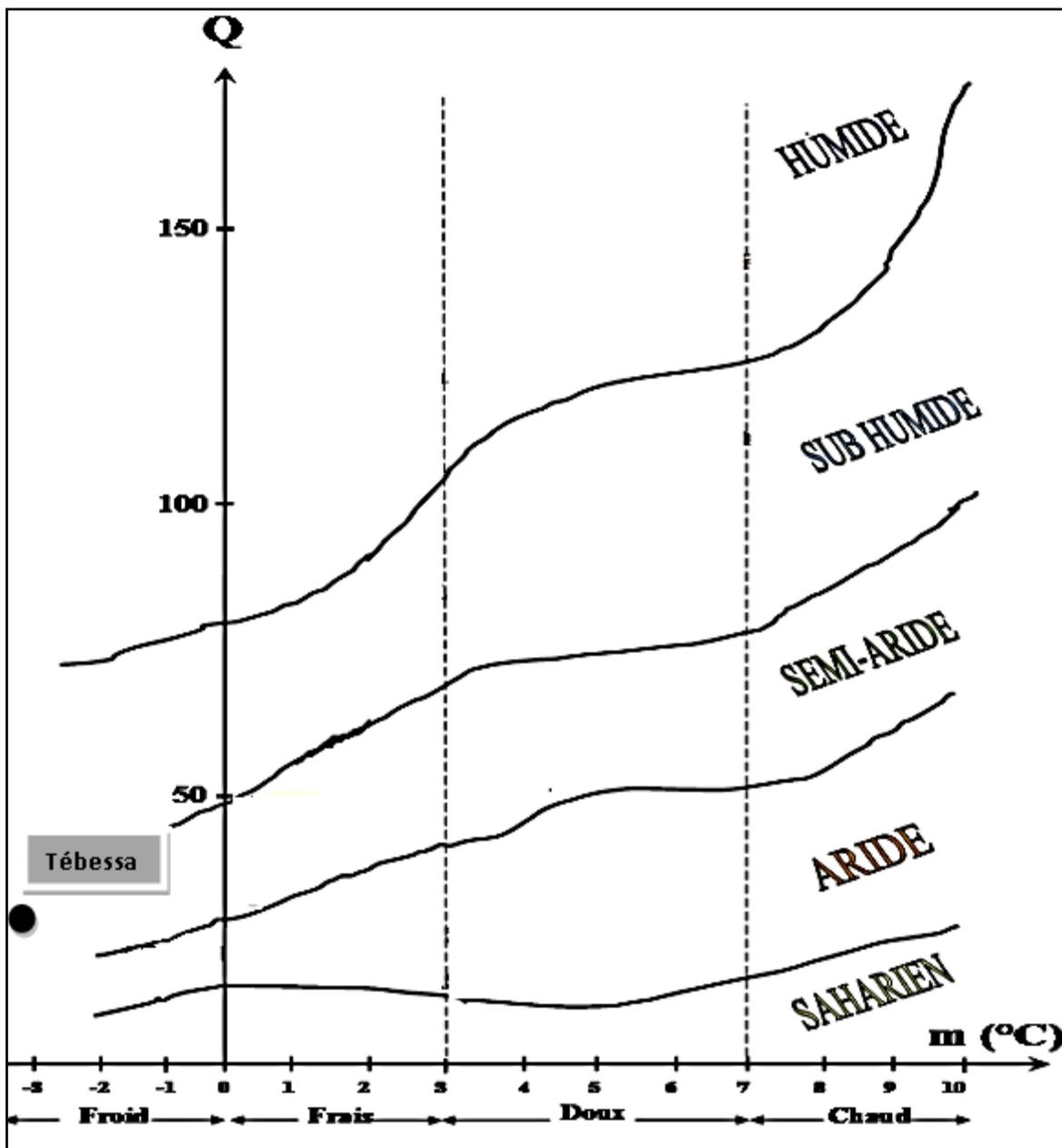


Figure 6. Positionnement de la région de Tébessa sur le climagramme d'Emberger (1972-2018).

3. Echantillonnage et identification

La stratégie d'échantillonnage des organismes vivants est fondée sur la réalisation d'un dénombrement visuel, ou de prélèvements, effectués au hasard dans un espace uniforme, mais en tenant compte du mode de répartition des individus constituant la population dans l'espace considéré (Ramade, 2003).

De surcroît, le rythme de prélèvement doit être précisé; par exemple les sorties ont été effectuées de façon régulière tous les 15 jours durant une année entière, depuis Novembre 2019 jusqu'au mois d'Octobre 2020.

3.1. Méthode d'échantillonnage

L'objectif principal de ce type de recherches est d'avoir une image faunistique la plus complète possible d'un peuplement d'insectes inféodés à des biotopes choisis. Dans le cas des Carabidae, étant donné que ce sont des espèces terricoles et nocturnes, la méthode d'échantillonnage adoptée est l'utilisation des pièges d'interception, appelés les pots Barber. Il s'agit des pots en plastique, avec une profondeur et un diamètre connus (*eg.* 10 cm / 9 cm), et sont enterrés verticalement de façon à créer des puits dans lesquels les Carabidae vont choir, et sont remplis aux deux tiers de leur contenu avec un liquide conservateur (*eg.* 1 L d'eau, 300 g de sel, des gouttes de vinaigre et quelques gouttes de détergent).



Figure 7. Pots Barber installés (Cliché personnel, 2019).

3.2. Design expérimental

Après avoir précisé la méthode d'échantillonnage adéquate pour l'étude, des détails sur la façon d'échantillonner sont requis. A titre d'exemple dans chaque station, vingt (20) pots Barber ont été installés, répartis sur deux (2) rangées. Au sein de chacune d'elles, sont placés cinq (5) quadrats équidistants de 20 m. Dans chaque quadrat, dont la surface est de 2 m², deux (2) pots sont enterrés. Un autre exemple est donné dans la figure 8.

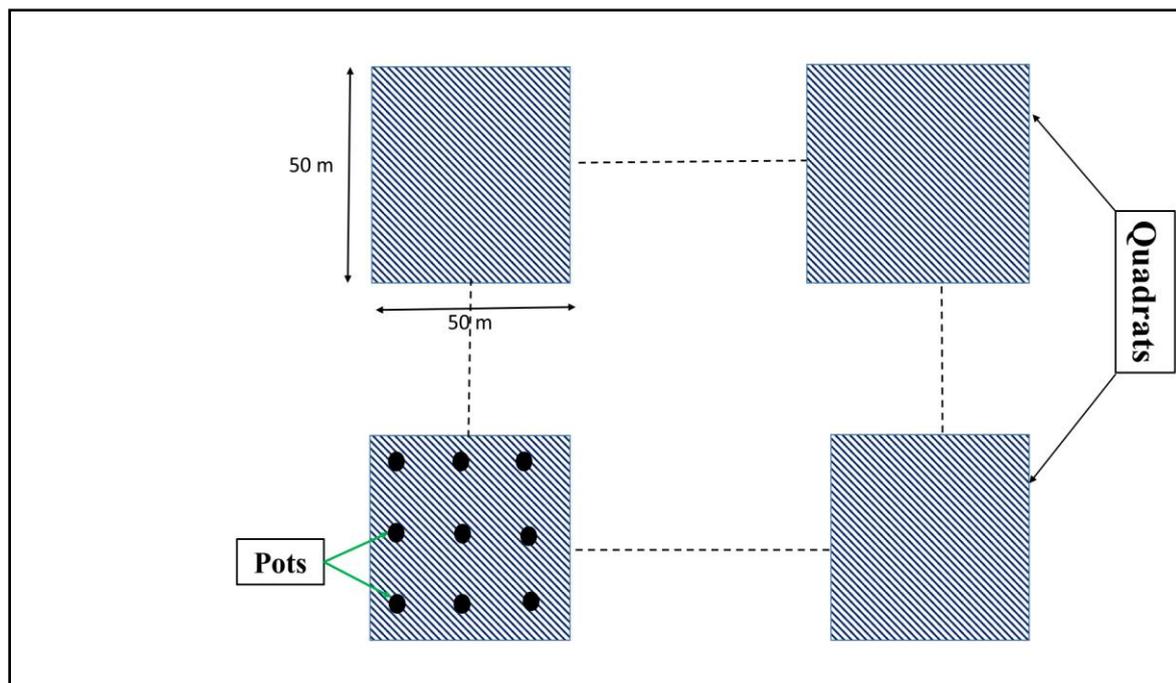


Figure 8. Exemple d'un design expérimental.

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, le numéro du quadrat et le numéro de la répétition).

3.3. Identification des espèces

Dans le cas des Carabidae, le contenu des boîtes est rincé à l'eau de robinet, puis mis sur du papier absorbant. Après rinçage et séchage, les spécimens sont triés sous une loupe binoculaire, à grossissement suffisant ($\times 10$ ou plus). Les spécimens séparés sont conservés, soit dans l'alcool à 70° (espèces non identifiées), soit directement étalés, à l'aide des épingles entomologiques N°2, dans des boîtes entomologiques (espèces identifiées). Des clés d'identification sont utilisées afin de reconnaître les spécimens piégés par exemple: Bedel (1895), Antoine (1955, 1957, 1959, 1961, 1962), Trautner et Geigenmuller (1987).

1. Etude de la structure et de la composition

Pour étudier la biodiversité d'un peuplement carabique, nous avons pris comme exemple une carabidofaune qui a été répertoriée dans le lac salé Ezzemoul, Oum El Bouaghi. Cette matrice nous servira dans tous les calculs des paramètres de composition et de structure.

Tableau3. Liste des espèces carabiques capturées au niveau du lac salé Ezzemoul, Oum El Bouaghi (Amri, 2020).

Sous familles	Espèces	Nombre d'individus
Harpalinae	<i>Harpalus lethierryi</i> Reiche, 1860	2
	<i>Harpalus oblitus</i> Dejean, 1829	3
	<i>Oedesis villosulus</i> Reiche, 1859	1
	<i>Ophonus opacus</i> Djean, 1829	1
Licininae	<i>Licinus punctatalus</i> Fabricius, 1792	17
Platyninae	<i>Agonum nigrum</i> Dejean, 1828	1
	<i>Calathus solieri</i> Bassi, 1834	1
	<i>Laemostenus algerinus</i> Gory, 1833	2
Brachininae	<i>Brachinus sclopeta</i> Fabricius, 1792	3
	<i>Brachinus plagiatus</i> Reiche, 1868	1
Broscinae	<i>Broscus politus</i> Dejean, 1828	31
Scaratinae	<i>Distichus planus</i> Bonelli, 1813	31
Trechinae	<i>Pogonus chalceus</i> Marsham, 1802	5

Cicindelinae	<i>Cicindela lunulata</i> Fabricius, 1781	1
	<i>Cicindela maura</i> Linnaeus, 1758	51
	<i>Megacephala euphratica</i>	15
Pterostichinae	<i>Amara metallescens</i> Zimmermann, 1831	6
	<i>Amara rufipes</i> Dejean, 1828	1

1.1. Abondance et occurrence

L'abondance relative (AR) est le rapport entre le nombre d'individus d'une espèce et le nombre d'individus total (N). L'abondance absolue (AA) est déterminée par le nombre d'individus par espèce (Magurran, 2004).

La fréquence d'occurrence (Occ) est le nombre de fois où l'espèce a été trouvée / le nombre total des relevés. Il y a quatre classes d'espèces : (i) espèces très accidentelles (Vac), dont la fréquence d'occurrence est moins de 10%, (ii) espèces accidentelles (Acc), la fréquence d'occurrence varie entre 10 et 24%, (iii) espèces communes (Cmt), présentes dans 25 – 49% des relevés, (iv) espèces constantes (Cst) présentes dans 50% des relevés ou plus (Bigot & Bodot, 1973).

Tableau4. Abondance relative [AR%] et occurrence [Occ%] des espèces carabiques récoltées à Ezzemoul, Oum El Bouaghi (Amri, 2020).

Espèces	[AR%]	[Occ%]	Catégorie
<i>Harpalus lethierryi</i>	0.011	4,16	0.011
<i>Harpalus oblitus</i>	0.017	4,16	0.017
<i>Oedesis villosulus</i>	0.006	4,16	0.006
<i>Ophonus opacus</i>	0.006	4,16	0.006
<i>Licinus punctatulus</i>	0.098	45,83	0.098
<i>Agonum nigrum</i>	0.006	4,16	0.006
<i>Calathus solieri</i>	0.006	4,16	0.006
<i>Laemostenus algerinus</i>	0.011	4,16	0.011

<i>Brachinus sclopeta</i>	0.017	12,5	0.017
<i>Brachinus plagiatus</i>	0.006	4,16	0.006
<i>Broscus politus</i>	0.179	45,83	0.179
<i>Distichus planus</i>	0.179	91,66	0.179
<i>Pogonus chalceus</i>	0.029	16,66	0.029
<i>Cicindela lunulata</i>	0.006	4,16	0.006
<i>Cicindela maura</i>	0.295	58,33	0.295
<i>Megacephala euphratica</i>	0.087	50	0.087
<i>Amara metallescens</i>	0.035	16,66	0.035
<i>Amara rufipes</i>	0.006	4,16	0.006

En termes d'individus, l'espèce *Calathus fuscipes algerinus* a enregistré la plus forte abondance avec 127 individus, soit 47.74% du total, suivie par *Harpalus attenuatus* (36 individus, 13.53%). Le reste des espèces a une abondance relative inférieure à 8% (Tab.3).

Quant aux valeurs de la fréquence d'occurrence (Occ) des 18 espèces capturées, uniquement deux classe sont trouvés, la plupart des espèces sont accidentelle (12 espèces). Cependant, six d'entre elles sont communes: *Macrothorax morbillosus* (Carabinae), *Nebria andalusia* (Nibriinae), *Calathus circumseptus*, *C. fuscipes algerinus*, *C. opacus*, et *Calathus sp* (Platyninae) (Tab.4).

1.2. Richesse spécifique

C'est le nombre d'espèces totales que comporte un peuplement considéré effectivement présentes sur un site d'étude à un moment donné. Donc le nombre d'espèces dans le site est de l'ordre de.....

2. Analyse indicielle

L'indice de Shannon Weaver (H') est exprimé par la formule suivante :

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

P_i : représente la probabilité de rencontrer l'espèce, il est calculé par la formule : $P_i = n_i/N$, où **n_i** : est le nombre des individus de l'espèce i et N est le nombre total des individus de toutes

les espèces. La diversité d'un peuplement informe sur la façon dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (Daget, 1979).

Equitabilité ou équirépartition est le rapport de l'indice de diversité observé (H') à l'indice de la diversité maximale (H'_{\max}) qui correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement ($H'_{\max} = \log_2 S$ où S est le nombre total des espèces). L'indice d'équitabilité varie entre 0 et 1, il se rapproche de 0 lorsque la quasi-totalité des effectifs appartient à une seule espèce, par contre elle se rapproche de 1 lorsque chaque espèce est représentée par le même nombre d'individus (Ramade, 1984).

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce, la formule est donnée comme suit:

$$D = \frac{\sum Ni (Ni-1)}{N (N-1)}$$

N_i : nombre d'individus de l'espèce donnée

N : nombre total d'individus

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur 1 pour indiquer le minimum de diversité.

Dans le but d'obtenir des valeurs plus intuitives, on peut préférer l'indice de diversité de Simpson représenté par $1-D$, le maximum de la diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0 (Dumont, 2008). Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares.

Tableau5. Valeurs calculées des différents indices de diversité au niveau d'Ezzemoul, Oum El Bouaghi.

Site	H'	H'_{\max}	E	D	$1 - D$
Ezzemoul	2.07	4.17	0.70	0.16	0.83

3. Etude des traits fonctionnels

Le tableau ci-dessous récapitule les traits fonctionnels de chaque espèce capturée dans le site étudié (lac Ezzemoul).

Tableau 6. Traits d’histoire des espèces récoltées au niveau d’Ezzemoul. Pol: polyphage; Phy: phytophage; Zoo: zoophage; Hyg: hygrophile; Xer: xerophile; Mes: mesophile; Moy: taille moyenne; Pet: taille petite; Gra: taille grande, M: macroptère, B: brachyptère (Amri, 2020).

Espèces	Régime alimentaire	Affinité pour l'humidité	Taille	Type alaire
<i>Harpalus lethierryi</i>	Pol	Hyg	Moy	M
<i>Harpalus oblitus</i>	Pol	Hyg	Moy	M
<i>Oedesis villosulus</i>	Phy	Xer	Pet	M
<i>Ophonus opacus</i>	Phy	Hyg	Moy	M
<i>Licinus punctatulus</i>	Zoo	Hyg	Gra	M
<i>Agonum nigrum</i>	Zoo	Hyg	Pet	M
<i>Calathus solieri</i>	Zoo	?	Moy	M
<i>Laemostenus algerinus</i>	Zoo	Xer	Gra	M
<i>Brachinus sclopeta</i>	Zoo	Hyg	Pet	M
<i>Brachinus plagiatus</i>	Zoo	Hyg	Pet	M
<i>Brosicus politus</i>	Zoo	Hyg	Gra	M
<i>Distichus planus</i>	Zoo	Hyg	Moy	M
<i>Pogonus chalceus</i>	Zoo	Mes	Pet	M
<i>Cicindela lunulata</i>	Zoo	Hyg	Moy	M
<i>Cicindela</i>	Zoo	Hyg	Moy	M

<i>maura</i>				
<i>Megacephala euphratica</i>	Zoo	Hyg	Gra	B
<i>Amara metallescens</i>	Zoo	Xer	Moy	M
<i>Amara rufipes</i>	Pol	Xer	Moy	M

3.1. La taille

Dans cette station, on trouve trois catégories de tailles : des carabidea des petites tailles (11 individus, 1.4%), et des carabidea des moyennes taille (97 individus, 54.91%), autre type les carabidea des grandes tailles mesurer (65 individus, 37.57%).

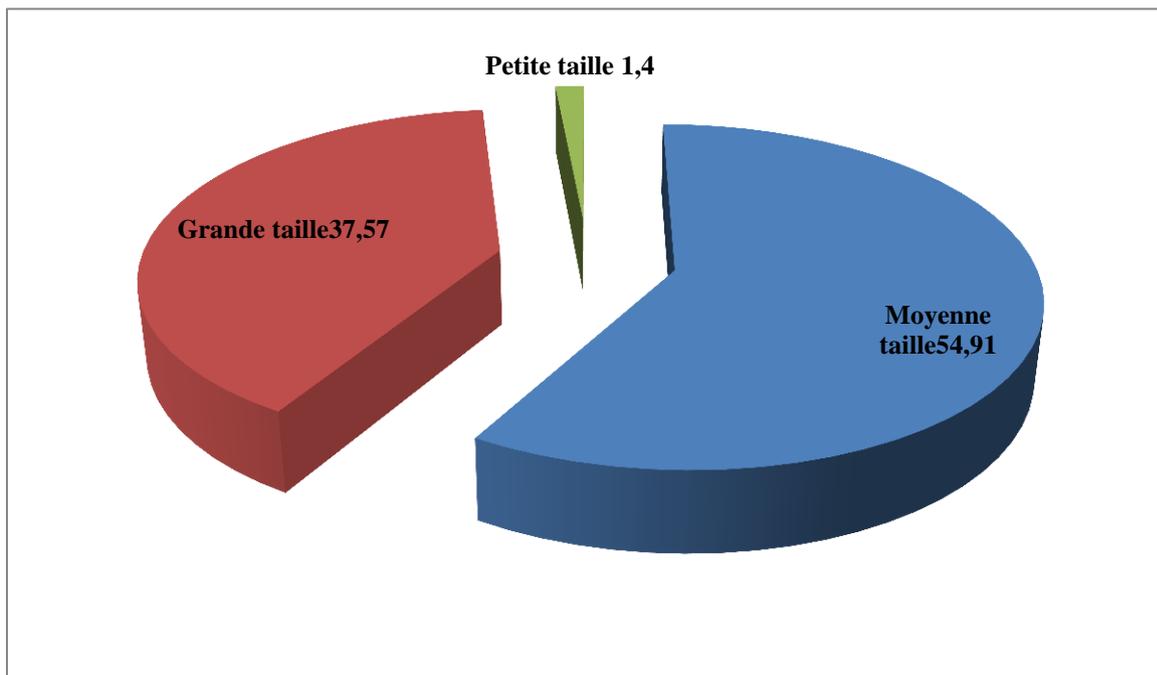


Figure 9. Proportion des espèces de Carabidés (Petites, moyennes, grande taille) dans le peuplement global.

3.2. Le type alaire

l'étude du mode de déplacement des carabidea, on trouve deux modes (15 individus, 3.2%) brachyptères (sans ailes). Et (158 individus, 96.32%) macroptères (avec ailes).

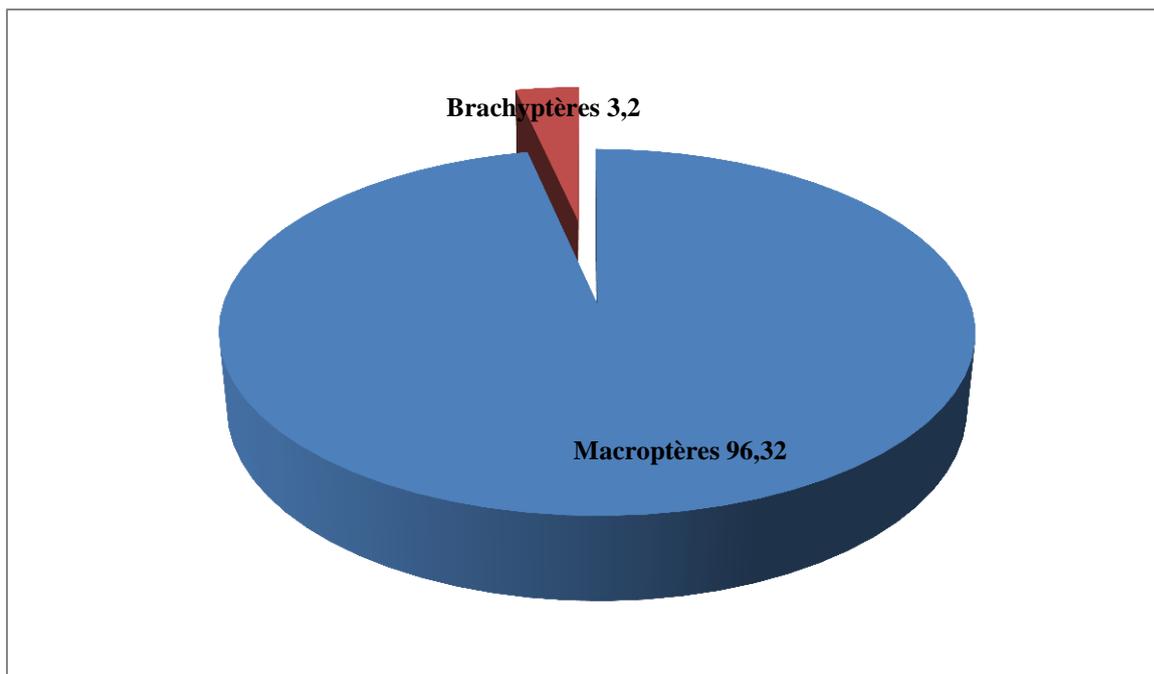


Figure10. Proportion des espèces de Carabidés (Brachyptère, Macroptères) dans le peuplement global.

3.3. Le régime alimentaire

les régimes alimentaires de ces coléoptères : il y a trois type : les phytophages (2 individus, 1.4%), les zoophages (165 individus, 95.37%) et polyphages (6 individus, 3.46%).

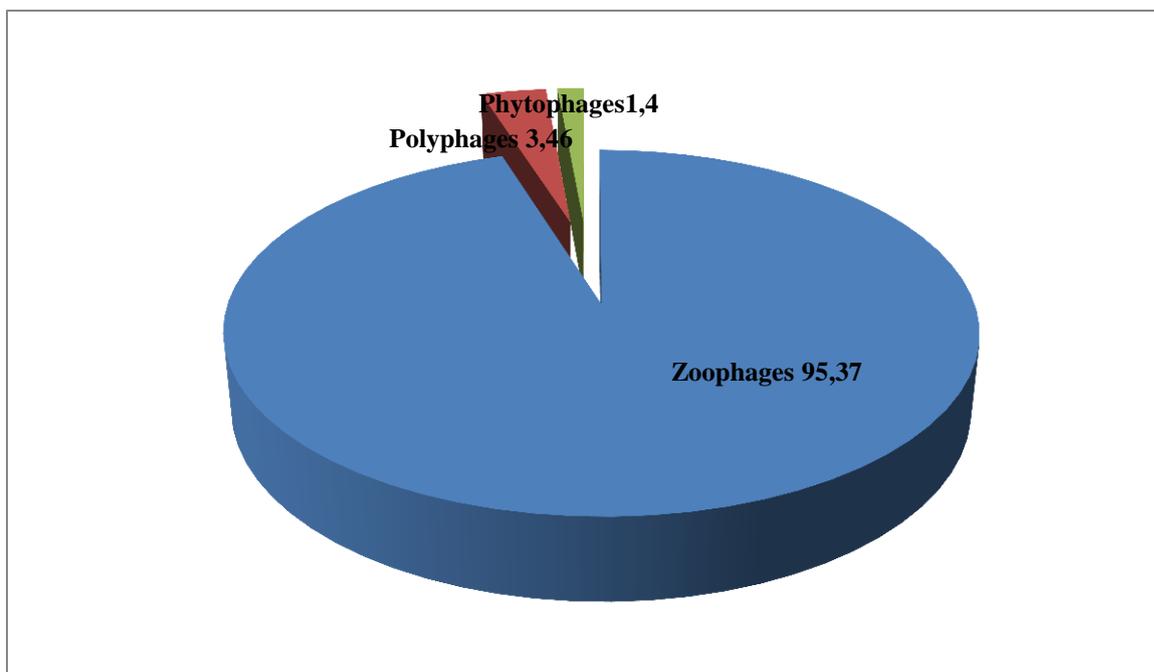


Figure 11. Proportion des espèces de Carabidés (Zoophages, Phytophages, Polyphages) dans le peuplement global.

3.4. L'affinité à l'humidité

Selon la figure 9, qui représente le pourcentage des espèces selon leur sensibilité à l'humidité dans le peuplement global, nous avons remarqué que les espèces hygrophiles représentent le plus grand pourcentage, ce qui représente (91.32%), il y'a (158 individus) de l'ensemble des espèces du peuplement carabique. Les espèces xérophiles figurent en deuxième rang avec 10 espèces (5.25%), alors que le plus faible pourcentage (2.89%) concerne les espèces mésophiles (5 espèces).

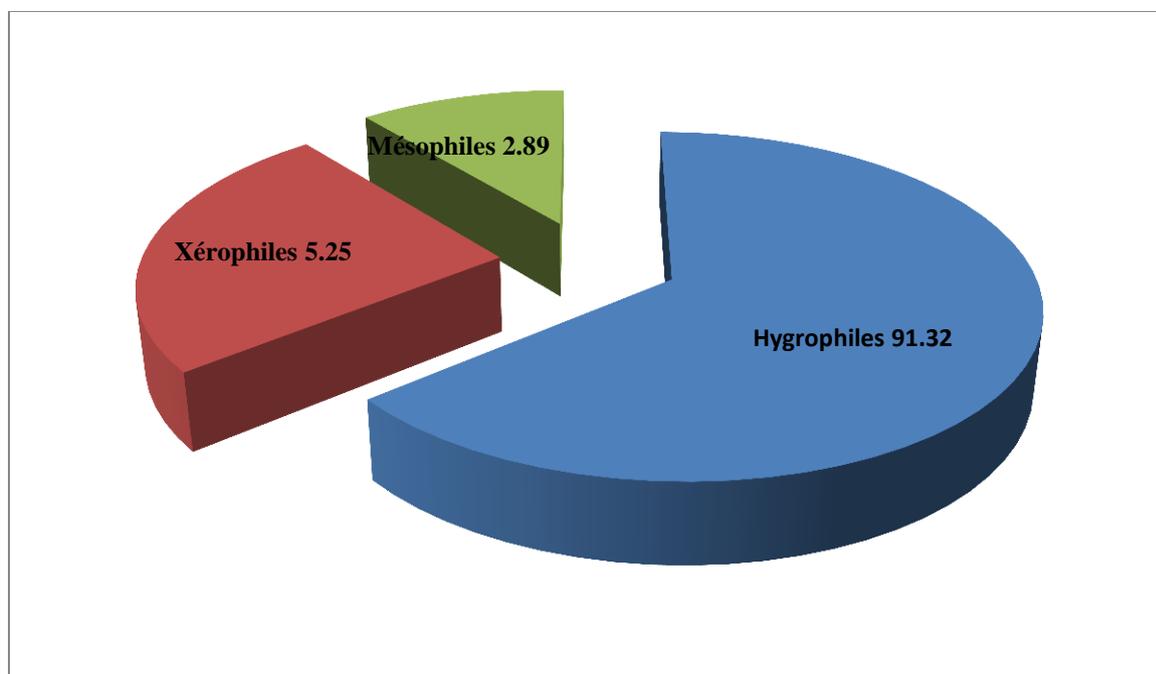


Figure 12. Proportion des espèces de Carabidés (Xérophiles, Hygrophiles et Mésophiles) dans le peuplement global.

1-Analyse de traits fonctionnel :

1- 1- La taille

Dans cette étude nous sommes touchés l'étude des principaux traits fonctionnels de carabidea, a cause de Covide 19 nous pouvons faire des sorties, donc je prendre une matrice se faire dans la zone de Ezzmoul, Oum El Bouaghi, faite par docteur Amri à l'année 2020. Après les sorties à l'aide de bots de barber et de façon systématique, elle rassemble 173 individus.

D'abord, l'étude de la taille : la taille des carabidés est toujours liée à l'état du milieu stable ou perturbé (Amri, 2020), on trouve trois catégories de tailles : des carabidea des petites tailles (11 individus) mesurées entre **2 à 3 mm** comme **Dyschirius globus** (Siffert, 2018), et des carabidea des moyennes taille (**97 individus**) mesurer jusqu'à **24 mm** comme **Abax ater** (Siffert, 2018), autre type les carabidea des grandes tailles mesurer (65 individus) entre 30-50 mm comme **Carabus**. D'après Mickael et al, (2011), les femelles sont plus grandes. Le facteur perturbation, particulièrement d'origine anthropogénique soit présent et exerce sa pression sur la communauté (Amri, 2020).

1-2-mobilité

Ensuite, l'étude du mode de déplacement des carabidea, on trouve deux modes (15 individus) brachyptères (sans ailes), les brachyptères sont sensibles à l'instabilité du milieu (Amri, 2020). Et (158 individus) macroptères (avec ailes) les macroptères ont un déplacement plus rapide que les brachyptères, selon Mickael et al, (2011).

1-3- Régime alimentaire

En fin, les régimes alimentaires de ces coléoptères : il y a trois type selon Mickael et al, (2011), La consommation végétale par les *Carabidae* peut également être perçue comme positive dans le milieu agricole. Il a été suggéré que l'alimentation des plantes (par les phytophages) (2 individus) et la prédation des graines de mauvaises herbes (granivores) est largement sous-estimée pour cette famille. En effet, ils jouent un rôle non négligeable dans la régulation des adventices (Mickael et al, 2011), les zoophages (165 individus) sont carnivores durant au moins une période de leur vie et leur régime alimentaire peut être très varié. Les larves ont souvent un régime carnivore plus accentué que les adultes (Alain, 2011), et les polyphages, d'après Cadoux et al (1999), les larves de Carabidés ont donc plus d'impact en lutte biologique que les adultes de Carabidés, qui pour certains sont polyphages (6 individus) et très opportunistes.

1-4- L'affinité à l'humidité

Selon la **figure12**, qui représente le pourcentage des espèces selon leur sensibilité à l'humidité dans le peuplement global, nous avons remarqué que les espèces hygrophiles représentent le plus grand pourcentage, ce qui représente (91.32%), il y'a (158 individus) de l'ensemble des espèces du peuplement carabique. Les espèces xérophiles figurent en deuxième rang avec 10 espèces (5.25%), alors que le plus faible pourcentage (2.89%) concerne les espèces mésophiles (5 espèces).

Conclusion

Conclusion

Cette étude est de but de étudier les principaux traits fonctionnelles des carabidae dans la région de Ezzemoul Oum El Bouaghi , L'analyse de la composition faunistique globale dans cette région a conduit à la détermination d'une collection de 173 individus appartenant à 18 espèces, et sont réparties sur 9 sous familles, pendant la période d'étude dans l'année 2020.

L'analyse de la diversité montrer que : Richesse spécifique est $S=18$, L'indice de Shannon Weaver $H' = 2,078$, L'indice de Simpson $D= 0,16641$, l'indice de la diversité maximale $H'_{max}= 4,171$.

Les carabidae ont un régime alimentaire varié : dans cette matrice 95.37% sont Zoophages, 1.15 sont Phytophages et 3.46 sont polyphages. Son mode de déplacement et composé de de types : 8.67% sont Brachyptères et 91.32% sont Macroptères. Son taille est varié entre : 54.91% sont de moyennes taille, 37.57% sont de grandes taille et 6.35% de petites taille. Son affinité à l'humidité est composé de : 91.32% sont Hygrophiles, 5.25% sont Xérophiles et 2.89% sont Mésophiles.

On conclut que les carabidae est espèce plus varié et sensible au perturbation de écosystème, il peut vivre dans les agros écosystèmes. Le milieu externe impact aux comportements des cette espèce.

Bibliographie

- 1- Abdelhak Rouabah (2015). Effets de la gestion des bandes enherbées sur le contrôle biologique des ravageurs de cultures : rôle de la diversité fonctionnelle des carabes (Coleoptera : Carabidae) et de la structure végétale. Sciences agricoles. Université de Lorraine. En français.
- 2- Alain Garcin et al (2011). Le point sur les carabes en cultures fruitières et légumières.
- 3- Amri Chérine (2020). Evaluation de la diversité de l'entomofaune carabique (Coleoptera : Carabidae) dans les Chotts de l'Est Algérien.
- 4- Antoine M (1955). Coléoptères carabiques du Maroc, Zoologie France: LaRose.
- 5- Antoine M (1957). Coléoptères carabiques du Maroc, Zoologie France: LaRose.
- 6- Antoine M (1959). Coléoptères carabiques du Maroc, Zoologie France: LaRose.
- 7- Antoine M (1961). Coléoptères carabiques du Maroc, Zoologie France: LaRose.
- 8- Antoine M (1962). Coléoptères carabiques du Maroc, Zoologie France: LaRose.
- 9- Bedel L (1895). Catalogue raisonné des coléoptères du Nord de l'Afrique, Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, avec notes sur les îles de Canaries . Paris
- 10- Daget J (1979). Les méthodes mathématiques en écologie Paris.
- 11- Dajoz (1985). L'Entomologiste (Paris).
- 12- Dajoz (2002). Les Coléoptères carabidés et ténébrionidés Paris.
- 13- Diwos et al (2003). Carabes : auxiliaires des cultures, indicateurs de la biodiversité d'un milieu.
- 14- Diwo-Allain S et A. Bout (1999). Impact des aménagements paysages et des techniques culturales sur les carabes, auxiliaires de culture.
- 15- Dumont M (2008). Apport de la modélisation des interactions pour une compréhension fonctionnelle d'un écosystème, application des bactéries nutritives en chemostat.
- 16- Faurie C, Ferra CH, Medori P, Devaux J, Hemptinne J (2003). Ecologie.
- 17- Frontière S, Pichod D, le prêtre A, Davoult D, Luczak Ch (2004). Écosystèmes, structure, Fonctionnement, Évolution.
- 18- Mebarkia N, Neffar S, Djellab S, Antonio R, Haroun CH (2020), insectes orientaux .
- 19- Magurran E (2004). Ecologie fonctionnelle.
- 20- Noémie Lambert (2010). Lutte biologique aux ravageurs : applicabilité au Québec. Sherbrooke, Québec, Canada.
- 21- Mickael Tenailleau et al (2011). Synthèse bibliographique sur l'écologie des carabidae. Projet CASDAR (les entomophages en grandes cultures) : diversité, service-rendu et potentialités des habitats.

Bibliographie

- 22- Oliveri MéliSSa (2018). Comparaison des communautés de Carabidae entre une agriculture agro écologique, agriculture de conservation et conventionnelle. Relation entre cette communauté et l'abondance d'une de leur proie, la limace.
- 23- Ramade F (2003). Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. 3ème Recensement général de l'agriculture. Rapport général des résultats définitifs. Recherche sur l'analyse des systèmes de production ovins en steppe algérienne.
- 24- Ramade F (2003) . Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. Paris. Rapport bibliographique. Ecole doctorale Vie Agro-Santé Université de Rennes.
- 25- Ramade, R cosson, M Echanbard, le Bras S (1984) . Bulletin d'écologie.
- 26- Siffert Camille (2018). Etude comparative du rôle de contrôle biologique assuré par les carabidae dans les cultures intensives.
- 27- Site web : INRA (2015). Généralité sur les carabidae.
- 28- Stewart E (1969). J Journal technique du système Bell.
- 29- Trautner J, Geigenmüller K (1987). Tiger beetles and ground beetles. Illustrated Key to Cicindellidae and Carabidae of Europe. Germany