



*--République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Larbi Tébessi –Tébessa -

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

Département Des êtres vivants

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Science Biologiques

Option: Ecophysiologie animale



Thème: Aperçu sur l'évaluation de la biodiversité taxonomique d'une faune carabique (Coleoptera : Carabidae)

Présenter par:

ZIANE Hanene

SALHI Dounia

Devant le jury

- | | | |
|--------------------|-----|--------------------------------------|
| - Dr. AMRI C. | MCB | Promotrice, Université de Tébessa. |
| - Dr. BOUGUessa L. | MCB | Examinatrice, Université de Tébessa. |
| - Dr. BOUGUessa S. | MCB | Président, Université de Tébessa. |

Promotion 2019/2020

Remerciement

Remerciement et dédicaces

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

Avant tout, Nous voulons présenter cette mémoire a nos défunt ami Lagraa Naziha.

Nous voudrions tout d'abord adresser toute ma reconnaissance à la directrice de ce mémoire, Madame Amri cherine, pour sa patience, sa disponibilité et Surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nous remercions également les membres du jury Mme Bouguessa linda et Mr Bouguessa slim d'avoir accepté d'examiner notre travail.

.....Ziane Hanene & Salhi Dounia

remercie mes très chers parents, mon père moussa qui m'a appris des principes auxquels je reste toujours attachée, Ma mère warda qui m'a toujours entouré d'amour et de tendresse.

Je remercie mes sœurs : sara, moufida, nawel, samira, salima et mon frère amine, pour leurs encouragements ,Et mon binôme de travail Salhi donia et sa famille .

Je souhaite également remercier tarek pour avoir su me faire confiance et m'avoir conseillée tout au long de ces quatre années

.....Ziane Hanene.....

Je tiens à chaleureusement mes parents « saïd » et « tourkia », aussi ma sœur sabah , mon frère et mes amis, mon binôme Ziane hanene pour leur appui et leurs encagement tout ou long de cette évidence.

.....Salhi Dounia.....

Résumé

Afin de mener une étude sur la biodiversité de la communauté carabique, nous avons pris en compte des données d'un travail de recherches, effectué dans deux agroécosystèmes (champ céréalier et champ de cerises) situés dans la région de Constantine. L'utilisation des pots Barber a permis d'inventorier 380 individus répartis sur 19 espèces. Selon les résultats obtenus, l'écosystème du blé est le plus abondant en terme d'individus et le plus riche en terme d'espèces.

Mots clés : Carabidae, agroécosystèmes, biodiversité taxonomique, Constantine.

Abstract

In order to conduct a study on the biodiversity of the carabid community, we took into account data from research work carried out in two agroecosystems (cereal field and cherry field) located in the region of Constantine. The using of pitful traps allowed to collect 380 individuals belonging to 19 species. According to the results obtained, the wheat ecosystem is the most abundant in terms of individuals and the richest in terms of species.

Keywords: Carabidae, agroecosystems, taxonomic biodiversity, Constantine.

ملخص

من اجل اجراء دراسة على التنوع البيولوجي لمجموعة من الخنافس اخدنا بالاعتبار عمل بحث بيانات الذي تم اجراؤه في مجالين من حقول (حبوب النظام البيئي الزراعي و الكرز)، تقع في منطقة قسنطينة.

يسمح استخدام المصائد المخزية بجمع 380 فردا ينتمون إلى 19 نوعا.

وفقا للنتائج التي تم الحصول عليها من النظام البيئي للقمح في كثر غزارة من الافراد واغنى الانواع.

الكلمات المفتاحية

الخنافس، النظام البيئي الزراعي، تصنيف التنوع البيولوجي، قسنطينة.

SOMMAIRE

Remerciement

Liste des figures et tableaux

Introduction 01

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique sur la famille Carabidae

1. Caractères généraux et classification 02

2. Morphologie générale 04

2.1. L'adulte04

2.2. L'œuf 04

2.3. La larve 04

2.4. La nymphe 06

3. Reproduction 06

4. Développement 07

5. Principaux traits biologiques 07

5.1. Régime alimentaire 07

5.2. Taille et mobilité 08

6. Importance des carabidés 08

Chapitre 02 : Etude des biotopes et échantillonnages

1. Description de la région d'étude 09

2. Etude bioclimatique10

2.1. Variations mensuelles de la température et des précipitations 10

2.2. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls.....11

2.3. Climagramme d'Emberger 12

3. Echantillonnage et identification 14

3.1. Méthode d'échantillonnage 15

3.2. Design expérimental 15

3.3. Identification des espèces 16

Chapitre 03 : Etude de la biodiversité

1. Inventaire d'une carabidofaune 17

2. Abondance et occurrence 18

3. Richesse spécifique 19

4. Indice de Shannon 20

4. Equitabilité (équirépartition) 20

5. Indice de diversité de Simpson 21

SOMMAIRE

6. Indices de similarité	21
Conclusion générale et perspectives	22
Références bibliographiques	23

Liste des figures

Liste des figures et Tableaux

1- Liste des figures

<i>N° de figure</i>	<i>Titre</i>	<i>page</i>
1	Face dorsale d'un Carabidae (Du Chatenet, 1986)	4
2	Les différentes formes des larves carabiques (Lindroth, 1974).	5
3	Cycle de développement (Trautneret Geigenmuller, 1987).	6
4	Exemple d'une carte géographique et le positionnement des stations d'étude (Mebarkia et al., 2020).	10
5	Les variations mensuelles de la température moyenne au cours de la période 1972-2018.	11
6	Les variations mensuelles des précipitations au cours de la période 1972-2018.	11
7	Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la région de Tébessa appliqué pour la période (1972-2018) .	12
8	Positionnement de Tébessa sur le climagramme d'Emberger (1972-2018).	14
9	Pots Barber installés.	15
10	Exemple d'un design expérimental (Amri et al., 2019).	16
11	La richesse spécifique rencontrée dans les deux habitats échantillonnés.	19

Liste des figures et Tableaux

2- Liste des Tableaux

<i>N° de tableau</i>	<i>Titres</i>	<i>Pages</i>
<i>1</i>	Tableau récapitulant les grandes lignes de la systématique des carabidés (Amri, 2020).	<i>2</i>
<i>2</i>	Températures et précipitations mensuelles moyennes de la période (1972-2018) de la région de Tébéssa	<i>13</i>
<i>3</i>	Liste des Carabidae répertoriés dans un champ céréalier et un champ de cerisier à Constantine (Saouach et al., 2014)	<i>17</i>
<i>4</i>	Abondance relative [AR%] et occurrence [Occ%] des carabidés récoltés dans deux champs : céréale et cerisiers.	<i>18</i>
<i>5</i>	Indice de Shannon calculé par site (céréales et cerisiers).	<i>20</i>
<i>6</i>	Indice de la diversité maximale et de l'équitabilité calculés par site (céréales et cerisiers).	<i>20</i>
<i>7</i>	Indice de diversité de Simpson et indice de Simpson calculés par site (céréales et cerisiers).	<i>21</i>

Introduction

Les Carabidae sont des insectes de l'ordre des Coléoptères, ce sont les arthropodes les plus abondants qui constituent la faune du sol. Avec environ 40 000 espèces connues, soit dix fois plus que les Mammifères, ils sont présents sur tous les continents sauf l'Antarctique, ainsi que dans la plupart des îles même les plus isolées. Ils ont colonisé tous les milieux depuis le littoral marin jusqu'à plus de 5000 mètres d'altitude; donc ce sont des espèces ubiquistes. Ils dominent dans les régions à climat tempéré et/ou humide, et ils se raréfient lorsque le climat devient plus chaud et plus aride (Dajoz, 2002).

Les coléoptères carabiques sont utiles en termes d'agro-écologie. En tant que prédateurs polyphages, ce sont d'importants agents de contrôle biologiques des ravageurs des cultures. Ainsi, ils sont considérés comme de précieux auxiliaires en agriculture pour certains ravageurs comme les (pucerons, taupins et limaces) (Nietupski *et al.*, 2015). En outre, les membres de ce groupe taxonomique sont qualifiés d'indicateurs importants de la biodiversité (Melnichuk *et al.*, 2003) ; ils regroupent des taxa réagissant différemment aux conditions biotiques et abiotiques de l'environnement, et sont sensibles aux microclimats et leur échantillonnage est simple (Gutierrez *et al.*, 2004 ; Lambeets *et al.*, 2008). Pour toutes ces raisons, les carabidés sont très utilisés en écologie afin de tester la qualité des milieux. Mis à part quelques travaux (Ouchtati *et al.*, 2012, Souache *et al.*, 2014 ; Balhadid *et al.*, 2014 ; Amri *et al.*, 2019), en Algérie, ce groupe d'insectes, bien qu'il soit écologiquement important, reste méconnu et mal étudié.

Ce mémoire a pour objectif d'analyser la diversité de cet assemblage, en recourant à des métriques de structure et de composition. Vu l'apparition inattendue de la pandémie Coronavirus, les sorties sur terrain n'ont pas été réalisées ; donc nous étions obligés d'utiliser d'autres matrices, en provenance d'autres travaux de recherches et consacrer ce mémoire à donner les grandes lignes d'une étude de la biodiversité taxonomique.

Chapitre 01

Synthèse bibliographique sur la famille carabidae

Chapitre 02 : Etude des biotopes et échantillonnages

1. Caractères généraux et classification

La famille des carabidés ou Carabidae sont des coléoptères allongés, parfois un peu aplatis. Ils peuvent être ternes ou luisants, mais la couleur la plus commune chez ces insectes est le noir, ils sont dotés d'un exosquelette qui offre un éclat métallique (Latreille, 1802).

Les individus de ce groupe taxonomique sont caractérisés par des élytres sculptés, fossettes ou hérissé. Généralement, les élytres sont soudés, chacun présente 9 rangés séparées par des sillons. Cette dernière caractéristique est primordiale dans la détermination des espèces de cette famille (Lindroth, 1974).

Le dimorphisme sexuel est peu marqué chez la plupart des espèces, il s'observe au niveau des femelles ayant une taille relativement plus grande, et au niveau des mâles ayant des tarsi antérieurs renflés (caractère sexuel secondaire qui leur permet de se maintenir solidement à la femelle durant l'accouplement (Cathleen et Burney, 1977), les variations les plus fréquentes concernent :

*La longueur du corps : les femelles sont généralement plus grosses que les mâles.

*La configuration des articles des tarsi : chez les mâles de Carabidae, les 4 premiers articles du protarse peuvent être élargis et dotés de phanères adhésifs qui permettent au mâle de s'agripper sur le dos de la femelle.

*La couleur du corps: Il n'est pas non plus rare d'observer des variations de coloration (femelles noires et mâles colorés ou bien femelles mates et mâles brillants).

Souvent chez les femelles, on trouve des caractères sur le dernier sternite abdominal visible, qui peut être doté de tubercules, crêtes ou fossettes. C'est le cas de *Macrothorax morbillosus* et *Acinopus* (Guerfi et Derrouiche, 2016).

Chapitre 02 : Etude des biotopes et échantillonnages

Tableau1: tableau récapitulant les grandes lignes de la systématique des carabidés (Amri, 2020)

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous- embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Sous- classe	Pterygota
Infra- classe	Neoptera
Ordre	Coleoptera
Sous- ordre	Adephaga
Super- famille	Caraboidea
Famille	Carabidae

Cette famille, dont les individus sont terrestres et généralement nocturnes, a connu de changements dans sa classification. En effet, selon Bedel (1895), la famille des carabidés se divise en deux sous-familles étant: Carabinae et Harpalinae, tandis que Portevin (1927) a scindé ce groupe en trois sous-familles : Omophroninae, Carabinae et Harpalinae. Une autre **classification a été proposée par** Jeannel (1941), selon laquelle la **division** était une série *Isochaeta* et une série *Anisochaeta*. La classification la plus simplifiée est celle de Du Duchatenet (1986), qui suggère que cette famille comporte 31 sous -familles.

2. Morphologie générale

2.1. L'adulte

La tête de carabidé est robuste et présente de nombreuses formes : allongée ou globuleuse. Dans l'ensemble, elle est arrondie et montée sur un cou inséré dans l'axe du prothorax (Du Chatenet, 1986) (Fig.1).

De l'arrière, on trouve les pièces buccales constituées de mandibules, le *labrum*, possédant les palpes maxillaires et une paire de palpes labiaux montée sur les maxilles et fixée sur le

Chapitre 02 : Etude des biotopes et échantillonnages

mentum. Le clypeus ou épistome, séparé du front par une suture visible, le front situé entre les yeux et à l'avant duquel sont insérées les antennes de type filiforme (11 article). Le dessous de la tête est composé d'un labium divisé en *mentum* et *gula* (Lindroth, 1974).

Le thorax, situé entre la tête et l'abdomen, est constitué de trois parties: (i) le prothorax est appelée *pronotum*, et *prosternum* à la face inférieure, (ii) le mésothorax est composé des stries primaires, secondaires, et tertiaires, et (iii) le métathorax porteurs d'ailes cachées sous les élytres (Paulian, 1988).

L'abdomen, quant à lui, est composé de six segments du côté ventral, les trois premiers sont plus ou moins soudés en vaste arceau unique tergites sur le dessus, le dernier tergite est le *pygidium* (Lindroth, 1974).

2.2. L'œuf

Les carabes pondent habituellement leurs œufs au sol, isolément, dans de mini logettes qu'elle aménage avec son ovipositeur (son organe de ponte). Chez la tribu des pterostichini, certaines espèces préparent un petit cocon pour leur masse d'œufs. Contrairement au volume, la forme varie assez peu entre les différentes espèces. L'incubation est en moyenne de 8 à 15 jours (Trautner et Geigenmuller, 1987).

2.3. La larve

La larve du carabe est dite « Compodéiformes » (Fig.2), elle contient des pattes formées de six articles. Elles sont minces, ayant une forme allongée avec une couleur noire ou brun foncée. La respiration est subaérienne, sans labre ni canal mandibulaire, et sont plus prédatrices que les adultes (Lindroth, 1961).

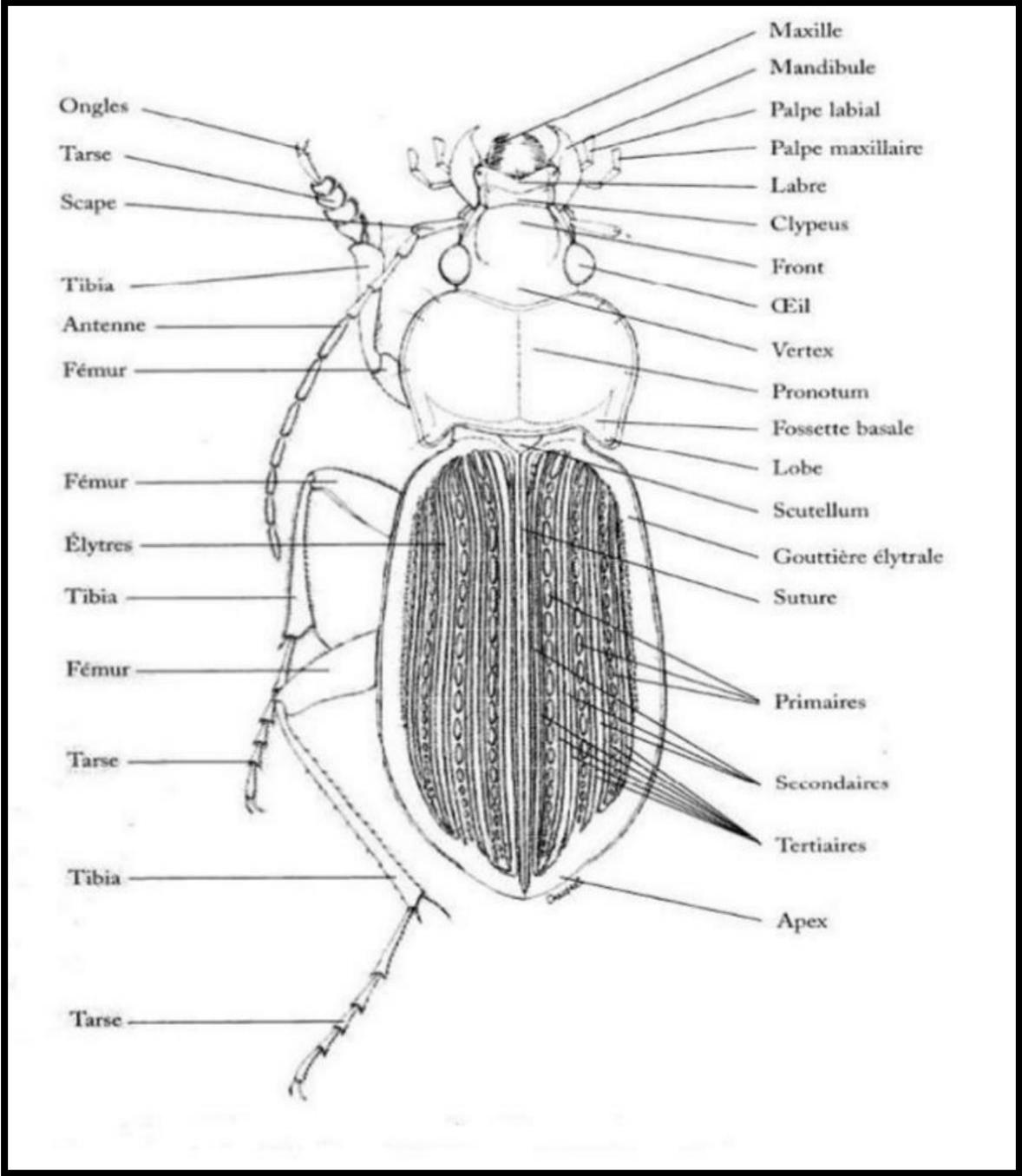


Figure1 : face dorsale d'un Carabidae (Du Chatenet, 1986).

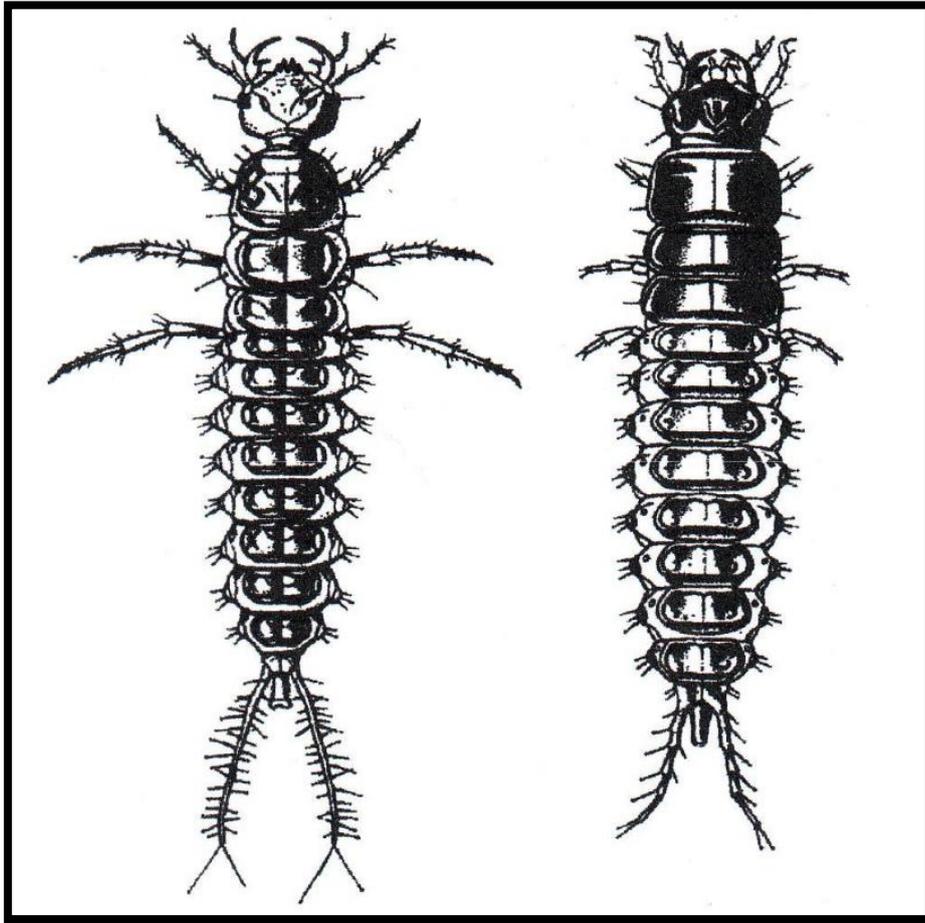


Figure 2 : les différentes formes des larves carabiques (Lindroth, 1974).

2.4. La nymphe

Tout simplement, entre 8 et 15 jours après son enfouissement, le tégument dorsale de la larve va se fendre longitudinalement (au niveau du thorax), permettant l'émergence de la nymphe. En quelques minutes, par contractions successives, la future nymphe refoule peu à peu la dépouille larvaire. Une fois libre, la nymphe, d'abord très allongée, va se rétracter de façon à prendre sa forme définitive. À ce stade, les pattes, les mandibules et les yeux du futur insecte sont déjà visibles. Ensuite, ses téguments vont durcir, et tout l'insecte va se rigidifier pour attendre sa dernière mue (Trautner et Geigenmüller, 1987).

3. Reproduction

de cycles de reproduction: reproducteurs de printemps et reproducteurs d'automne. Selon Thiele (1977) in Saouache (2015), il existe différents cycles de reproduction :

Chapitre 02 : Etude des biotopes et échantillonnages

- Des espèces qui se reproduisent au printemps. L'éclosion a lieu en été et passent l'hiver à l'état l'adulte.
- Des espèces qui se reproduisent soit au printemps, soit en automne, et dont les larves se développent aussi bien en été qu'en hiver.
- Des espèces qui se reproduisent en été ou en automne et qui hivernent à l'état larvaire.
- Des espèces qui hivernent à l'état larvaire. Les jeunes adultes émergent au printemps.
- Ces dernières estivent avant de se reproduire.

4. Développement

Les carabes réalisent une métamorphose complète (holométabole). En général, le développement se réalise en quatre étapes : œuf, larve, nymphe (chrysalide) et imago ou adulte (Fig.3).

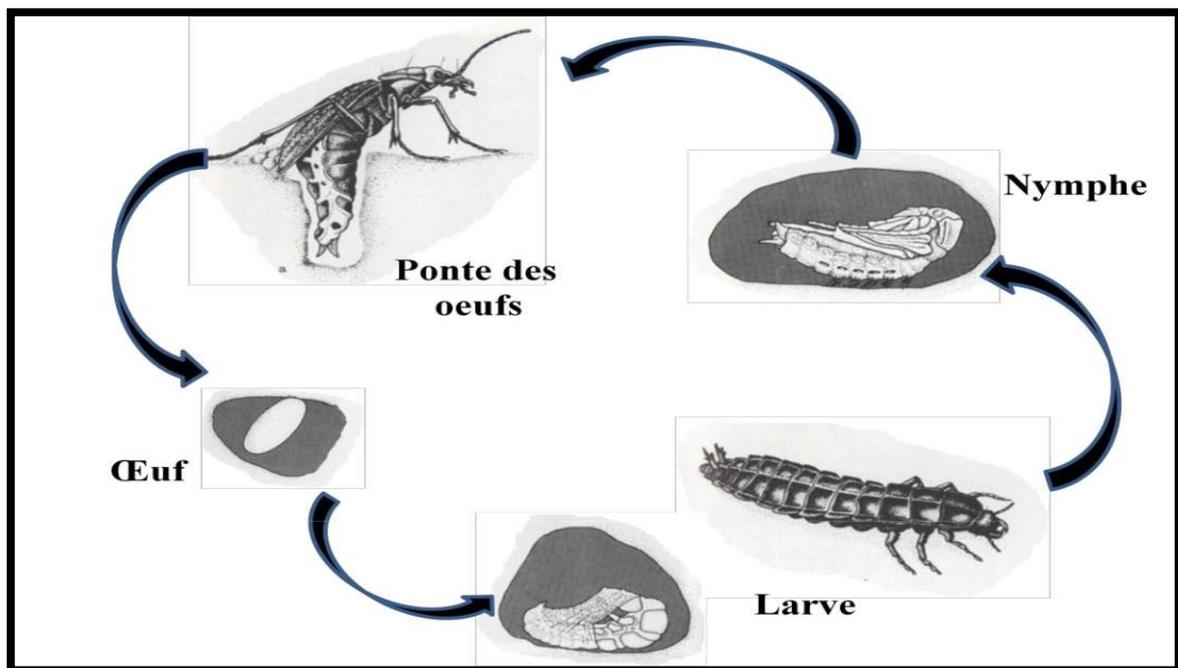


Figure 3 : cycle de développement (Trautneret Geigenmuller, 1987).

5. Principaux traits biologiques

5.1. Régime alimentaire

Chapitre 02 : Etude des biotopes et échantillonnages

Peu d'espèces des carabidés ont une alimentation très spécialisée, les espèces semblent, au contraire, avoir un régime alimentaire assez large en fonction des ressources disponibles. Or, on peut globalement classer les carabidés en trois groupes : (i) les phytophages, (ii) les carnivores, et (iii) les omnivores. A vrai dire, la plupart des carabidés est des prédateurs, bien qu'ils consomment un large éventail de types d'aliments et connaissent des pénuries alimentaires sur le terrain. En ce qui concerne la larve, elle est principalement carnivore et quelques fois phytophage (Forsythe, 1987).

5.2. Taille et mobilité

La taille est liée aux processus écologiques, il existe chez les Carabidae trois classes : (i) les petites espèces, (ii) les espèces moyennes et (iii) les grandes espèces. Ce caractère morphologique est tributaire du type de milieu (Chungu et *al.*, 2017). Effectivement, une relation étroite entre la taille et la capacité de dispersion des Carabidae (mobilité) a été révélée (Gabbi et Fontaneto, 2008). Selon plusieurs auteurs, les espèces de grande taille (brachyptères) fréquentent les milieux fermés, stables et moins perturbés, alors que celles de petites tailles (macroptères), très mobiles, colonisent les milieux perturbés (milieux ouverts) (Dufrêne, 1992). C'est pour cette raison la taille du corps est souvent utilisée comme un indicateur de la qualité de l'habitat (Eyre et *al.*, 2013).

6. Importance des carabidés

Les carabidés sont dans leur majorité des insectes utiles, ils sont prédateurs à tous les états actifs et jouent un rôle très important dans l'équilibre biologique. Ils constituent une part importante de prédateurs présents dans les parcelles agricoles, et sont aussi de bons indicateurs de la santé de l'agro-écosystème ; car ils sont plus ou moins sensibles aux conditions du milieu. Leurs activités prédatrices se révèlent dès les premiers stades larvaires qui sont assez mobiles et peuvent s'attaquer aux gastéropodes ou aux œufs. Par exemple, le Calosome scrutateur, rendent service à l'Homme dans son combat biologique, il s'attaque surtout aux chenilles du vers à soie Lasiocampidae et de *Lymantria*. Une grande majorité des espèces de carabidés carnassiers chasse, c'est -à-dire, qu'ils se nourrissent lors de leur déplacement. La disposition de leurs 6 pattes et le fait qu'elles soient hérissées leurs donnent la possibilité de se déplacer rapidement. Beaucoup d'espèces chassent ainsi les limaces et les gastéropodes (Stanek, 1987).

Chapitre 02

Etude des biotopes et échantillonnage

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.

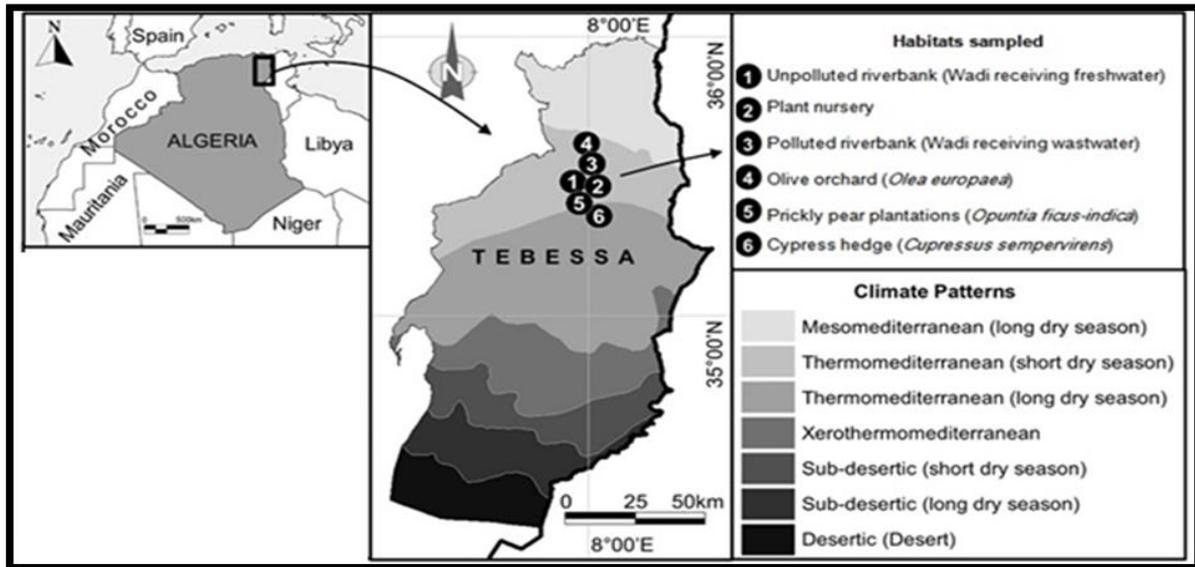


Figure 4 : Exemple d'une carte géographique et le positionnement des stations d'étude (Mebarkia *et al.*, 2020).

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.

2.1. Variations mensuelles de la température et des précipitations

Ci-dessous des graphes des variations de la température et de la précipitation dans la région de Tébessa sur une période de 46 ans (1972-2018).

L'analyse des variations des précipitations et des températures sur cette période de 46 ans, montre que la température maximale est enregistrée le mois de Juillet avec 40,18°C et la minimale en Janvier avec -3,81 °C (Fig.5). En plus, les mois les plus arrosés sont Septembre (40,93 mm) et Mai (38,02 mm). Cependant, le mois le plus sec est Juillet avec une moyenne de 14,95 mm (Fig.6).

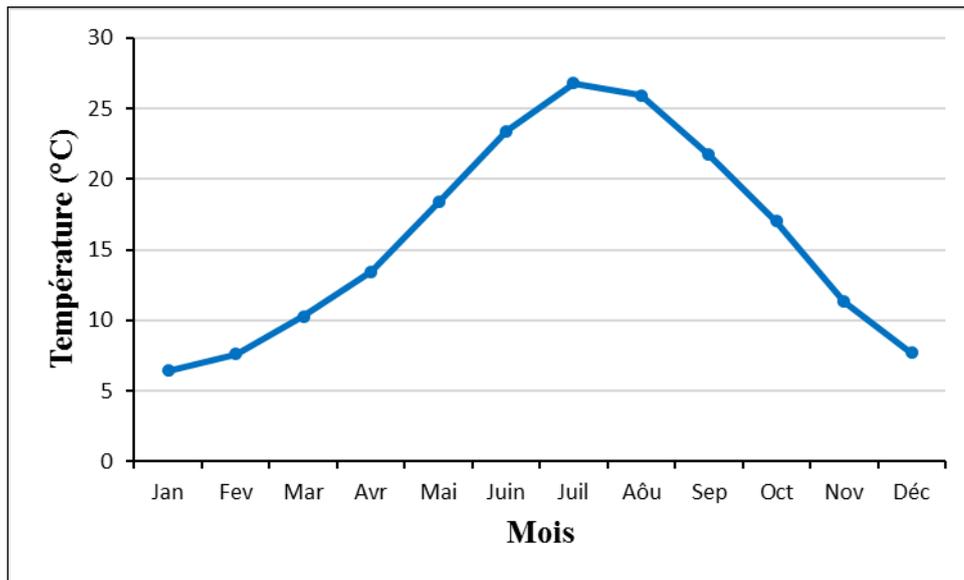


Figure 5 : les variations mensuelles de la température moyenne au cours de la période 1972-2018.

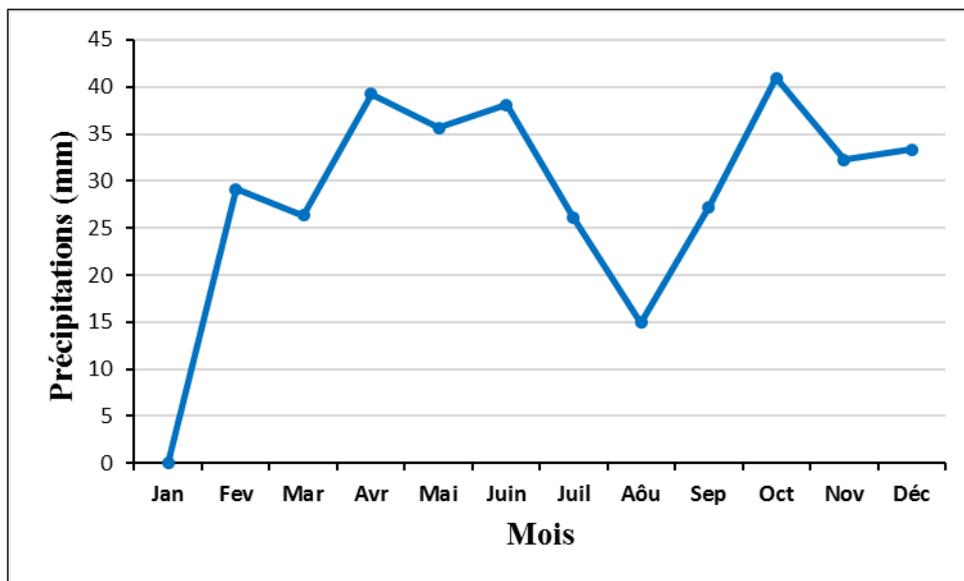


Figure 6 : les variations mensuelles des précipitations au cours de la période 1972-2018.

2.2. 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

Chapitre 02 : Etude des biotopes et échantillonnages

les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé « humide » dans le cas contraire (Frontieret al., 2004).

Pour la période climatique sus-indiquée montre que la saison sèche s'étend de Mai jusqu'au mois de Septembre (Fig.7).

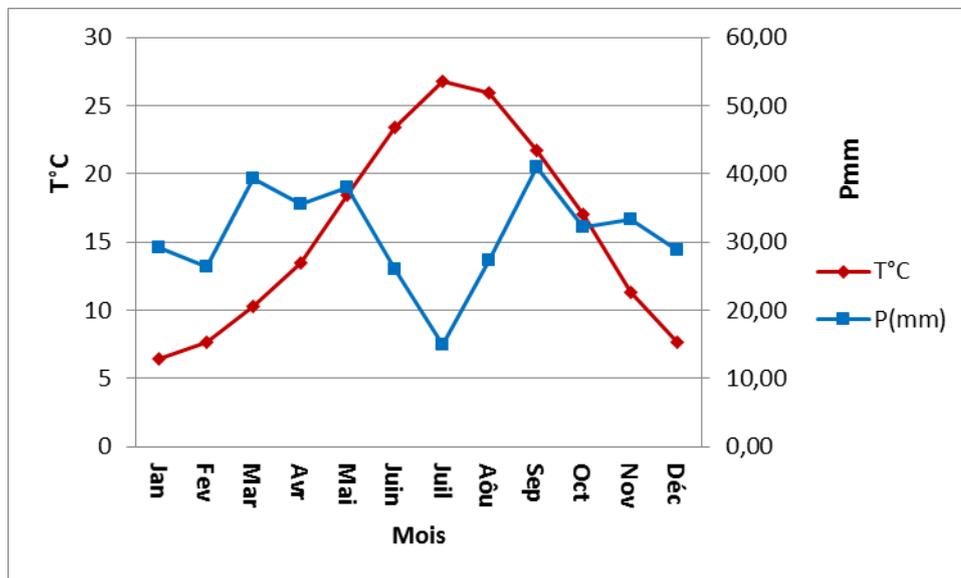


Figure 7 : diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la région de Tébessa appliqué pour la période (1972-2018).

2.3. 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)

Chapitre 02 : Etude des biotopes et échantillonnages

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 frais, soit $Q=29,38$ et $m = -3,81^{\circ}\text{C}$.

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

Tableau 2 : températures et précipitations mensuelles moyennes de la période (1972-2018) de la région de Tébessa.

	<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>Déc</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	-3,04
T°C	6,43	7,62	10,25	13,43	18,39	23,41	26,82	25,93	21,72	17,02	11,3	7,68
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_{somme} = 372,03												
M – m = 40,18 + 3,81 = 43,99												
T_{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:

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

P : le total annuel des précipitations en mm.

T_m : la température moyenne annuelle en °C.

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

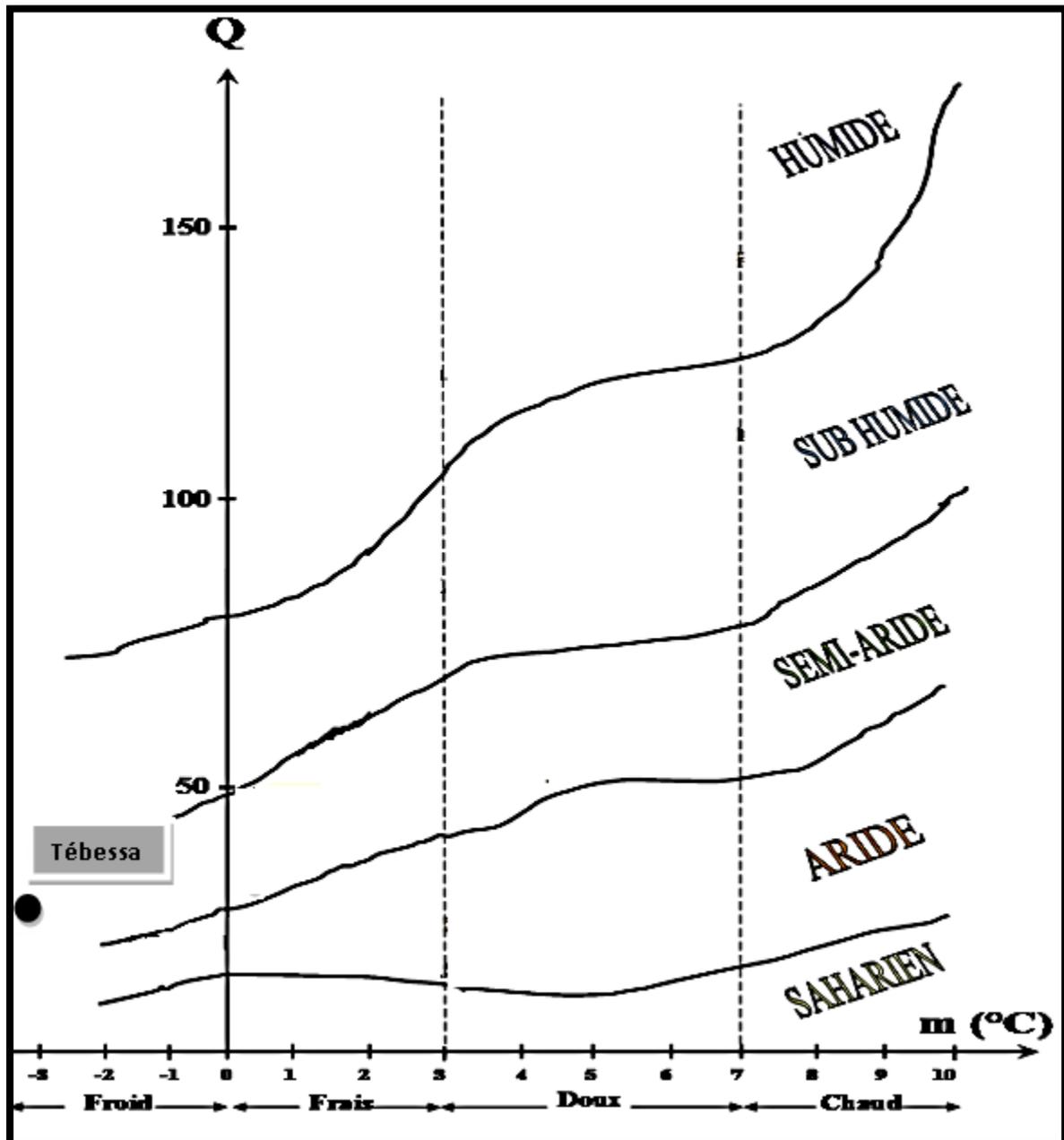


Figure 8 : positionnement de Tébessa sur le climagramme d'Emberger (1972-2018).

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 7 jours durant une année entière depuis Novembre 2019 jusqu'au mois d'Octobre 2020.

Chapitre 02 : Etude des biotopes et échantillonnages

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 (Fig.9). 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 9 : pots Barber installés.

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 10.

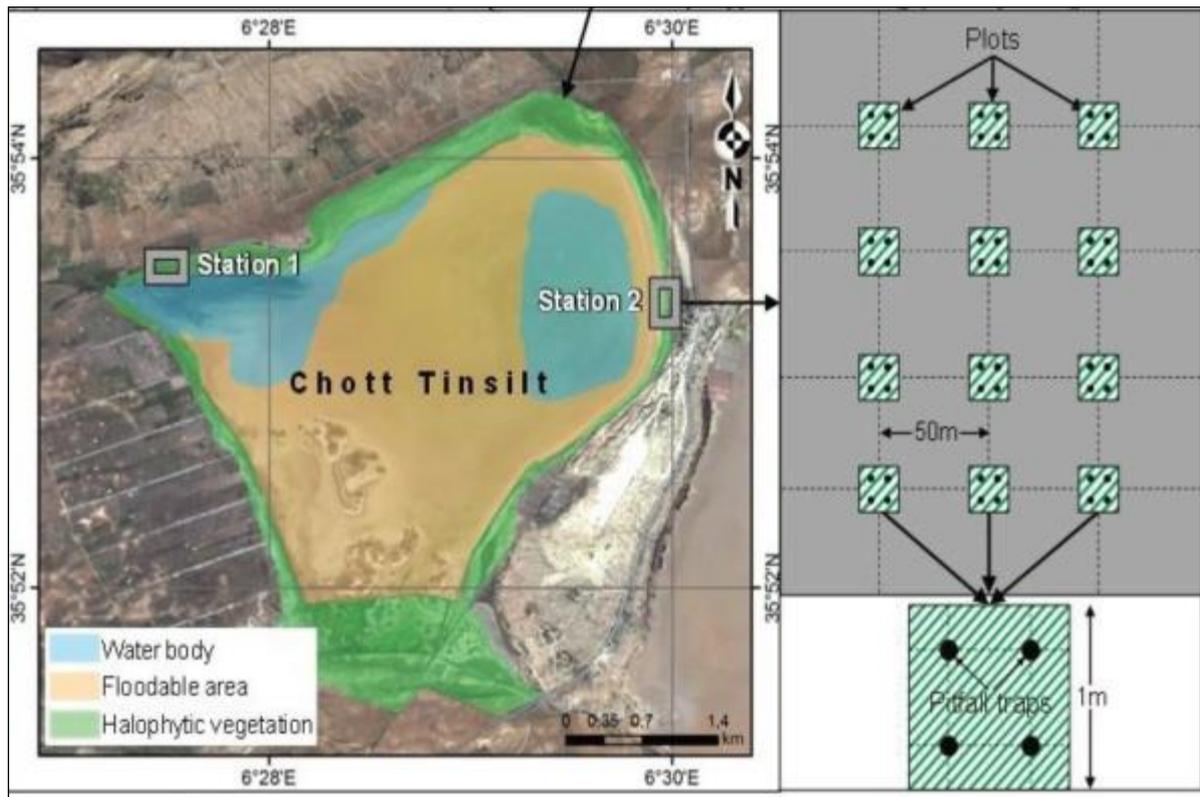


Figure 10 : exemple d'un design expérimental (Amri *et al.*, 2019).

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

Les espèces récoltées sont transportées au laboratoire, et subissent le traitement selon le groupe taxonomique étudié.

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 (x10 ou plus), pour séparer les carabidés des autres groupes, notamment les coléoptères qui leur ressemblent. 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).

Chapitre 03

Etude de la biodiversité

1. Inventaire d'une carabidofaune

Pour étudier les niveaux de la diversité d'une faune carabique, un peuplement répertorié à Constantine, au niveau de deux agroécosystèmes différents a été prise en compte. A Partir de cette matrice, des applications numériques vont être effectuées concernant les paramètres de la diversité.

Tableau 3 : liste des Carabidae répertoriés dans un champ céréalier et un champ de cerisier à Constantine (Saouach et *al.*, 2014).

Espèces	Champ de céréale	Champ de cerisiers	Nombre total
<i>Macrothorax morbillosus</i> Fabricius, 1792	17	9	26
<i>Eurycarabus faminii</i> Dejean, 1826	1	0	1
<i>Nebria andalusia</i> Rambur, 1837	10	32	42
<i>Notiophilus quadripunctatus</i> Dejean, 1826	1	0	1
<i>Notiophilus geminatus</i> Dejean, 1831	18	9	27
<i>Distichus planus</i> Bonelli, 1813	1	0	1
<i>Broscus politus</i> Dejean, 1828	62	0	62
<i>Calathus fuscipes</i> Goeze, 1777	142	3	145
<i>Calathus circumseptus</i> Germar, 1824	2	0	2
<i>Calathus soleiri</i> Bassi, 1833	1	0	1
<i>Pristonychus algerinus</i> Gory, 1833	1	0	1
<i>Poecilus purpurascens</i> Dejean, 1828	6	0	6
<i>Poecilus decipiens</i> Waltl., 1835	15	0	15
<i>Angoleus crenatus</i> Dejean, 1828	1	0	1
<i>Acorius metallescens</i> Zimmermann, 1831	1	0	1
<i>Zabrus piger</i> Dejean, 1828	8	0	8
<i>Dinodes decipiens</i> Dufour, 1820	3	0	3
<i>Acinopus megacephalus</i> Rossi, 1794	27	8	35
<i>Odontocarus cordatus</i> Dejean, 1826	1	1	1

Chapitre 03 : Etude de la biodiversité

Nombre d'individus (N)	318	62	380
Richesse spécifique (S)	19	6	25

2. 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).

*Application numérique : pour les calculs de l'occurrence, les informations sont indisponibles ; donc on a supposé que le nombre total des relevés est de l'ordre de 12. En plus, en fonction du nombre d'individus, on a supposé le nombre de relevés là où l'espèce en question est récoltée.

Tableau 4 : abondance relative [AR%] et occurrence [Occ%] des carabidés récoltés dans deux champs : céréale et cerisiers.

Espèces	Nombre total	[AR%]	[Occ%]	Classe
<i>Macrothorax morbillosus</i> Fabricius, 1792	26	6.84	41.66	Cmt
<i>Eurycarabus faminii</i> Dejean, 1826	1	0.26	8.33	VAC
<i>Nebria andalusia</i> Rambur, 1837	42	11.05	41.66	Cmt
<i>Notiophilus quadripunctatus</i> Dejean, 1826	1	0.26	8.33	VAC
<i>Notiophilus geminatus</i> Dejean, 1831	27	7.10	58.66	Cst
<i>Distichus planus</i> Bonelli, 1813	1	0.26	8.33	VAC
<i>Broscus politus</i> Dejean, 1828	62	16.31	75	Cst
<i>Calathus fuscipes</i> Goeze, 1777	145	38.15	83.33	Cst
<i>Calathus circumseptus</i> Germar, 1824	2	0.52	8.33	VAC

Chapitre 03 : Etude de la biodiversité

<i>Calathus soleiri</i> Bassi, 1833	1	0.26	8.33	VAC
<i>Pristonychus algerinus</i> Gory, 1833	1	0.26	8.33	VAC
<i>Poecilus purpurascens</i> Dejean, 1828	6	1.57	16.66	ACC
<i>Poecilus decipiens</i> Waltl., 1835	15	3.94	33.33	Cmt
<i>Angoleus crenatus</i> Dejean, 1828	1	0.26	8.33	VAC
<i>Acorius metallescens</i> Zimmermann, 1831	1	0.26	8.33	VAC
<i>Zabrus piger</i> Dejean, 1828	8	2.10	16.66	ACC
<i>Dinodes decipiens</i> Dufour, 1820	3	0.78	8.33	VAC
<i>Acinopus megacephalus</i> Rossi, 1794	35	9.21	91.66	Cst

Un total de 19 espèces et 380 individus a été collecté dans la zone d'étude, soit 19 espèces au niveau du champ de céréale et 6 espèces dans le champ de cerisiers. En général, l'espèce *Calathus fuscipes* a enregistré la plus forte abondance avec 145 individus, soit 38.15% du total, suivie par les trois espèces *Brosicus politus* (62 individus, 16.31%) et *Nebria andalusi* (42individus, 11.05%), *Acinopus megacephalus* (35 individus, 9.21%), les autres espèces sont les moins représentées avec des pourcentages fluctuant entre 0.52% et 7.10%.

L'analyse de la fréquence d'occurrence (Occ%) des 19 espèces capturées révèle la présence de deux catégories étant : les espèces accidentelles (5 espèces) et les espèces très accidentelles (13 espèces) (Tableau 4).

3. Richesse spécifique

Elle qui correspond au nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré effectivement présentes sur un site d'étude et à un moment donné. Au niveau du champ de céréales la richesse spécifique et de l'ordre de 19 vs. 6 dans le champ de cerisiers.

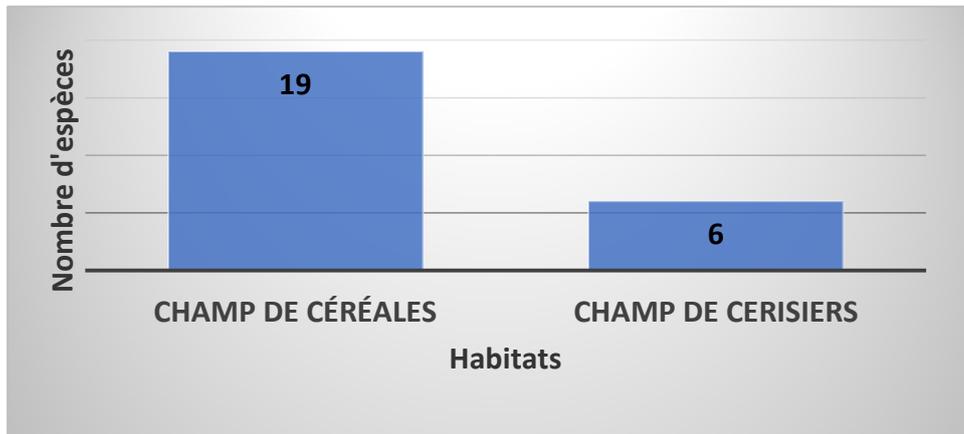


Figure 11 : La richesse spécifique rencontrée dans les deux habitats échantillonnés.

4. Indice de Shannon

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).

*Application numérique

Tableau 5 : indice de Shannon calculé par site (céréales et cerisiers).

	Champ céréalier	Champ de cerisiers
H'	1.84	1.37

Nous remarquons que les deux habitats ont des valeurs de H' plus au moins proches, soit 1.84 aux céréales vs. 1.37 aux cerisiers.

4. Equitabilité (équirépartition)

C'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).

*Application numérique

Tableau 6 : indice de la diversité maximale et de l'équitabilité calculés par site (céréales et cerisiers).

	Champ céréaliier	Champ de cerisiers
H'_{max}	2.94	1.79
E	0.62	0.76

L'indice de la diversité maximale (H'_{max}) dans le champ de céréale (2.94) est plus élevée que le champ de cerisiers (1.79). L'indice de l'équitabilité est de l'ordre de 0.62 dans le champ céréaliier et de 0.76 aux cerisiers. Ces deux valeurs signifient que les deux peuplements sont équilibrés.

5. Indice de diversité de Simpson

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

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

Ni : 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.

*Application numérique

Tableau 7 : indice de diversité de Simpson et indice de Simpson calculés par site (céréales et cerisiers).

	Champ céréaliier	Champ de cerisiers
D	0.25	0.32
1 - D	0.74	0.67

Les valeurs de l'indice de diversité de Simpson et indice de Simpson calculés dans les deux champs sont consignées dans le tableau 7. Selon lesquelles nous avons remarqués qu'il y a une légère déférence de valeurs, soit 0.74 aux céréales vs. 0.67 aux cerisiers.

6. Indices de similarité

Dans le but de décrire la diversité bêta qui s'intéresse aux variations de la composition des communautés entre les différentes stations, l'indice de similarité de Jaccards (β_{jac}) peut être estimé, il est donné par la formule suivante $\beta_{jac} = c / (a + b - c)$, où **c** est le nombre d'espèces communes, **a** est le nombre d'espèces dans la station 1, et **b** est le nombre d'espèces dans la station 2 (De Bello *et al.*, 2007).

*Application numérique

$$B_{jac} = 6 / (19 + 6 - 6) 0.40$$

Dans l'ensemble, l'indice de similarité Jaccard (B_{jac}) ont révélé une faible similarité $B_{jac} = 0.40$ entre les deux stations.

:

Références

bibliographiques

Les références bibliographiques

- Amri C (2020). *Evaluation de la diversité de l'entomofaune carabique (Coleoptera : carabidae dans les chotts de l'Est Algérien.*
- Antoine M (1955). *Coléoptère carabiques du Maroc, Zoologie 1. 1ère ed. Paris, France: LaRose.*
- Antoine M (1957). *Coléoptères carabiques du Maroc, Zoologie 2. 1ère ed. Paris, France: LaRose.*
- Antoine M (1959). *Coléoptères carabiques du Maroc, Zoologie 3. 1ère ed. Paris, France: LaRose.*
- Antoine M (1961). *Coléoptère carabiques du Maroc, Zoologie 4. 1ère ed. Paris, France: LaRose.*
- Antoine M (1962). *Coléoptère carabiques du Maroc, Zoologie 5. 1ère ed. Paris, France: LaRose.*
- Amri Cherine, Souad Neffar, Nadia Ouchtati, Haroun Chenchouni (2019) *Turkish Journal of Zoology* 43 (5), 502-515,

-B-

- Bigot L, Bodot P (1973). *Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à Quercus coccifera – composition biotique du peuplement des invertébrés. Vie et Milieu* 23: 229-249.
- Bedel, L. 1895. *Catalogue raisonné des coléoptères du Nord de l'Afrique (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, avec notes sur les îles de Canaries .Nabu Press. Paris. 401p.*
- Belhadid Z, Aberkane F, Gahdeb C (2014). *Variability of ground beetle (Coleoptera_ Carabidae) assemblages in Atlas Cedar of Algeria. International Journal of Zoology* 4 (3): 71-78.

-C-

- Chungu D, Stadler J, Brandl R (2017). *Converting forests to agriculture decreases body size of Carabid assemblages in Zambia. African journal of ecology* 1-9.
- Cathleen R cox, Burney J le bœuf (1977). *The American Naturaliste* 111 (978), 317-335.

-D-

- Dûfrêne M (1992). *Bioéographie Écologie des Communautés de Carabidae en Wallonie. Thèse de Doctorat, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique.*
- Du Chatenet G (1986). *Guide des Coléoptères d'Europe. 1ère ed. Paris France : Neuchate.*

Les références bibliographiques

-De Bello F, Leps J, Sebastia MT (2007). Grazing effects on the species-area relationship : variation along a climatic gradient in NE Spain. *Journal of Vegetation Science* 18 : 25-34.

-Derrouiche, Ch & Guerfi ,I. 2016. Inventaire et caractérisation de la faune carabique au niveau de la région de Constantine (Localités El-Khroub, Constantine). Mémoire présenté en vue de l'obtention de Diplôme de Master. Constantine. 80p

-Dumont M (2008). Apport de la modélisation des interactions pour une compréhension fonctionnelle d'un écosystème, application des bactéries nutritives en chemostat. Thèse Doctorat, école doctorale, université Montpellier 2. 228.

-Daget J (1979). *Les méthodes mathématiques en écologie*. E de masson, coll n°8, Paris.

-Dajoz (1985), *L'Entomologiste (Paris)* 41(3), 133-141.

-Dajoz (2002). *Les Coléoptère carabidés et ténébrionidés*. *Ecologie et Biologie Tec & Doc, Paris* 522.

-E-

-Eyre M. D. Luff and Leifert C, 2013. Corp, field boundary, productivité and disturbance influences on ground beetles (Coléoptère : Carabidea) in the agroecosystem. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 165 : 60-67.

-Emberger L (1932), *la météorologie* 92, 1-10.

-F-

-Faurie C. Ferra CH. Medori P. Devaux J. Hemptinne J. (2003). *Ecologie, Approche scientifique et pratique 5ème édition*, ED. Lavoisier Tec & Doc.

Frontière S, Pichod Vitale D, le prêtre A, Davoult D .et Luczak Ch (2004). *Écosystèmes, structure, Fonctionnement, Évolution*. Ed. Dunod , paris, 549p

-Forsythe (1987), *journal of Zoology* 211 (4), 643-666.

-G-

-Gobbi M , Fontaneto D (2008). Biodiversity of ground beetles (Coleoptera : carabidae) in different habitats of Italian Po lowland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 127: 273- 276.

-Gutierrez D, Menendez R, Mendez M (2004). Habitat based conservation priorities for carabid beetles within the Picos de Europa National Park, Northern Spain. *Biological Conservation* 115: 379-393.

Les références bibliographiques

-H-

-Hans turin, lyubomir penev, Achille casale, (2003) .*The Genus carabus in Europe*.
Asynthesis pensoft publisher, p .7.

-J -

-Jeannel R (1941). *Faune des coléoptères carabiques de France, partie 1. 1ère ed. Paris, France : Lechevalier et fils.*

-L-

-Lambeets K, Vandegheuchte Ml Maelfait JP , Bonte D (2008). *Understanding the impact of flooding on trait-displacements and shifts in assemblage structure of predatory arthropods on river banks. Journal of Animal Ecology 77: 1162-1174.*

-Lindroth CH (1974). *Coleoptera, Carabidae. Handbooks for the identification of Lechevalier et fils. British Insects. Royal Entomological Society of London 4 : 1-148.*

-Lindroth (1961), *les Coléoptères terrestres (Carabidae, sauf cicindelinae) du canada et de l'Alaska, parties, 1-6.*

-Latreille (1802). *Histoire naturelle, générale et particulière, des crustacés et des insectes*

-M-

-Mebarkia Nadjoua Neffar souad, Djellab sihem , Antonio Ricarte, Haroun chenchouni ,(2020), *insectes orientaux ,1-30.*

-Magurran E (2004). *Ecologie fonctionnelle, 19(1) ,177-181.*

-Melnychuk,A. Qelfert O, youngs B ,et Gillot C (2003) .*Abundance and diversity of carabidae (Coleoptera) in different farming systems. Agriculture Ecosystems and environment ,95.69-72.*

-N-

-Mariusz Nietupski, Agnieszka Kosewska, Bożena Lemkowska Baltic J(2015) *Coleopterol 15 (1), 57-70.*

-O-

-Ouchtati N, Doumandji S, Brandmayr P (2012). *Comparison of ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in cultivated and natural steppe biotopes of the semi-arid region of Algeria. African Entomology 20: 134-143.*

-P-

-Paulian (1988) *Biologie des coléoptères, publications de la société linnéenne de lyon 58(8), 238-238*

-Portevin A, sourdillon A (1927)*Revue de Métallurgie 24(4), 215-233.*

Les références bibliographiques

-R-

-Ramade F.2003a. *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.*

-Ramade F(2003) b. *Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. 3ème édition. Dunod. Paris. Rapport bibliographique. Ecole doctorale Vie-Agro-Santé Université de Rennes.*

-Ramade (1984), R cosson, M Echanbard, S le Bras, *Bulletin d'écologie* 15(1), 21-37.

-S-

-Saouach Y, Doumandji S, Ouchtati N (2014). *Ground beetles (Coleoptera : Carabidae) assemblages in two agricultural landscapes in North-Eastern Algeria. Ecologia Mediterranea* 40: 5-16.

-Saouache Y, (2015). *Etude bisystématique des coléoptères carabiques de la région de Constantine. Thèse doctorat ES sciences, Université de Annaba, 115p.*

-Stewart E miller (1969). *J Journal technique du système Bell* 48(7) ,2059 -2069.

-Stanek V.J., 1978 - *Encyclopédie illustrée des insectes. 5ème Ed., 547 p.*

- T-

-Thiele (1977). *Carabid Beetles in their Environments. 1ère ed. Berlin, Germany: Springer.*

-Trautner J et Geigenmüller K (1987). *Tiger beetles and ground beetles. Illustrated Key to Cicindellidae and Carabidae of Europe. Ed. Josef Margraf Publisher. Germany. 488p.*