



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Chikh Larbi Tébessi - Tébessa-
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie



Département : Des êtres vivants

MEMOIRE DE MASTER

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

Filière : Sciences Biologiques

Option : Ecologie animale

Thème:

**Etude euqigolocéoib du peuplement des carabidés
(Insecta : Coleoptera) au niveau d'un lac salé
(Sebkha Ezzemoul)**

Présenté par:

Hamdi bacha Daad

Nacer Halima

Devant le jury:

Présidente : M. BOUGUESSA S.	MAA	Université de Tébessa
Promotrice : Mme AMRI C.	MAA	Université de Tébessa
Examinatrice : Mme BENARFA N.	MCB	Université de Tébessa

Date de soutenance : 1 juin 2017

Note : 15/20

Mention : Bien

Sommaire

Remerciement.....	i
Dédicace.....	ii
Dédicace.....	iii
Résumé.....	iv
Abstract.....	v
ملخص	vi
Liste des figures.....	vii
Liste des tableaux.....	viii
Introduction.....	1
Chapitre I : Données bibliographiques sur les carabidés	
I- Position systématique.....	2
II-Morphologie externe.....	3
II.1- Pigment et coloration.....	3
II.2- La tête.....	4
II.2.1- La face dorsale.....	4
II.2.2- La face ventrale.....	4
II.3- Le thorax.....	5
II.3.1- Le prothorax.....	5
II.3.2- Le mésothorax.....	5
II.3.3- Le métathorax.....	5
II.4- L'abdomen.....	5

III-	Cycle vital.....	6
III.1-	Les œufs.....	7
III.2-	Les larves.....	7
III.3-	Nymphe.....	7
III.4-	Adulte	8
IV-	Régime alimentaire.....	9
V-	Habitats.....	10
V.1-	La présence ou l'absence de litière sur le sol	11
V.2-	La présence de souches dans les forêts.....	11
V.3-	L'acidité du sol.....	11
VI-	L'importance écologique.....	12
 Chapitre II : Présentation du site d'étude		
I-	Situation géographique du site d'étude.....	13
II-	Caractéristiques générales du site d'étude.....	14
II.1-	Caractéristiques géologiques.....	14
II.2-	Caractéristique hydrique.....	14
II.3-	caractéristique pédologique.....	14
II.4-	Couvert végétal et écologie générale.....	14
II.5-	Composition faunistique.....	15
III-	Etude bioclimatique.....	16
III.1-	Température.....	16
III.2-	Pluviométrie.....	17
III.3-	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	18

III.4- Climagramme pluviométrique d'Emberger.....	19
---	----

Chapitre III : Dispositifs et méthodes

I- choix de la station d'étude.....	21
II- Pratiques entomologiques.....	22
II.1- Echantillonnage sur terrain.....	22
II.2-Travail au laboratoire.....	23
III- Méthodes d'analyse de la structure du peuplement.....	23
III.1- Indice de diversité de Shannon Weaver.....	23
III.2- Equitabilité (équirépartition).....	23
III.3- Indice de diversité de Simpson.....	24
III.4- La constance des espèces.....	24
III.5- L'abondance des espèces.....	24
III.6- La richesse spécifique.....	25

Chapitre IV : Résultats et discussions

I- Systématique et composition faunistique du peuplement carabique.....	26
II- Etude bioécologique.....	27
II.1-Richesse spécifique.....	27
II.2- L'abondance	28
II.2.1- L'abondance mensuelle des carabidés récoltés.....	28
II.2.2- L'abondance des espèces carabiques récoltées.....	29
II.3- Analyse indicielle.....	30
II.3.1- Indice de diversité de Shannon Weaver.....	30

II.3.2- Equitabilité (équirépartition).....	31
 II.3.3- Indice de diversité de Simpson.....	32
III- La constance des espèces.....	33
IV- Comparaison des peuplements de carabidés dans les ceintures de végétation.....	34
 IV.1- La variation spatiale de l'abondance.....	34
 IV.2- La variation spatiale de la richesse spécifique.....	35
Conclusion.....	36
Références bibliographiques.....	37

Remerciement

Nous remercions avant tout Dieu (le tout puissant et miséricordieux) de nous avoir donné santé, force et courage pour réaliser ce modeste travail.

Au terme de ce travail il nous est très agréable de remercier

*Madame : **AMRI CHERINE** pour ses orientations, ses conseils et ses encouragements tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions les membres de jury : **BOUGUESSA SLIM** et Mme **BENARFA NOUJOURD** qui nous font l'honneur de juger notre travail.*

Nos remerciements sont aussi adressés à tous les enseignants de la 2^{ème} année Master « Ecologie Animale » sans exception ainsi que les enseignants de la Faculté des sciences exactes et science de la nature et de la vie.

Dédicace

Le résultat de ce travail, est le bilan de beaucoup d'efforts continuels, que je dédis :

*À ceux qui ont sacrifié et m'a tout donné pour arriver à cette étape de ma vie, mes chers parents **HAFIDHA** et **HAFNAOUI**, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour vôtres sacrifices. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*À mes frères : **AMINE, HABIB.***

*À mes sœurs : **SARA, SONYA, DALEL, CHAHINEZZ.***

*À la lumière de mes jours, la source de mes efforts ma grand-mère **CHRIFA**, que dieu te donne la santé et la langue vie.*

*À mes chers enfants des mes sœurs : **TAREK, INSAF, CHIHAB EDDINE, MAHDI, MAYSOUNE, AMIR.***

À tous mes proches de la famille, et plus particulièrement mes oncles et mes tantes paternels et maternels.

*À mes proches amies : **KHOULOU, NADA, BASSMA, SARA, SAMAH, AMEL T, KHAWLA H, KHAWLA G, AMEL F, BOUTHAYNA, LALLAHOM** et mon binôme **HALIMA.***

À tous ceux qui m'ont aidé directement ou indirectement et qui me veulent du bien, merci!!!

Daad Hamdi bacha

Dédicace

Je dédie ce mémoire à ma petite famille et surtout ma chère tendre mère et mon champion dans la vie (mon père) et ma petite jolie sœur (khwilita) et mes frères et tous mes camarades et mes professeurs et bien sûr mes bien-aimés et à tous ceux qui m'ont aidé merci beaucoup soyez les bienvenues.

Halima

Résumé

Une étude bioécologique du peuplement des coléoptères carabiques a été réalisée entre novembre 2016 et avril 2017 dans la sebkha Ezzemoule. L'échantillonnage bimensuel a fourni 60 spécimens répartis sur cinq (5) espèces appartenant à cinq (5) sous familles étant: Callistinae, Brachininae, Brocinae, Scaritinae et Cicindelinae. L'espèce la plus abondante est *Distichus planus* suivie par *Licinus punctatulus*. L'analyse des abondances temporelles du peuplement indique que le mois le plus abondant est le mois de décembre. De surcroît, le calcul de différents indices écologiques montre que le peuplement est faiblement diversifié et bien équilibré.

Mots clés : Carabidae, zone humide, étude faunistique, étude bioécologique.

Abstract

A bioecological study of carabic Coleoptera population has been carried out between november 2016 and april 2017 in sebkha Ezzemoule. The bimonthly sampling provided with 60 specimens distributed on 5 species belonging to 5 sub families which are : Callistinae, Brachininae, Brocinae, Scaritinae et Cicindelinae. The species the most abundant is *Distichus planus* followed by *Licinus punctatalus*. The abundance temporal analysis of the population indicates that the most abundant month is decem. Moreover, the calculation of different ecological index shows that the population is feebly diversified and well balanced.

Key words : Carabidae, wetland, faunistic study, bioecological study.

أجريت دراسة بيوايكولوجية على مجموعة الخنافس بين نوفمبر 2016 - أبريل 2017
العينات نصف الشهري 60 خمس تحت عائلات وهي:

Scaritinae, Callistinae, Broscinae, Branchininae, Cicindelinae

وفرة هو: *Licinus punctatulus* : *Distichus planus* :

تحليل قيم الوفرة الشهرية لهذه المجموعة بين الشهر وفرة هو شهر ديسمبر
الايكولوجية يظهر المجموعة ذات تنوع ضعيف و جيدة التوازن.

الكلمات المفتاحية:

- دراسة حيوانية- دراسة بيوايكولوجية -

Liste des figures :

Figure	Titre	Page
01	Morphologie externe d'un Carabidé.	06
02	Larve d'un Carabidae.	07
03	Nymphe d'un Carabidae.	08
04	Le cycle vital des carabidés.	09
05	Carte géographique de sebkha Ezzemoul.	13
06	Sebkha Ezzemoul.	14
07	Les cultures herbacées de la sebkha d'Ezzemoul.	15
08	Les variations des températures moyennes mensuelles exprimées en (°C) durant la période 1996-2016.	16
09	Le rythme saisonnier des précipitations durant la période 1996-2016.	17
10	Les variations des précipitations moyennes mensuelles exprimées en (mm) durant la période 1996-2016.	18
11	Diagramme ombrothermique de Bagnauls et Gausson pour la période 1996-2016.	19
12	Positionnement de la période 1996-2016 sur le climagramme pluviométrique d'Emberger.	20
13	Positionnement de la station d'échantillonnage au niveau du site d'étude (sebkha Ezzemoul).	21
14	Croquis de design expérimental sur terrain.	22
15	La variation temporelle de la richesse spécifique pendant la période d'étude.	27
16	Variation temporelle des abondances absolues du peuplement carabique.	29
17	Les variations de la valeur H' pendant 6 mois.	31
18	Les variations d'équitabilité E pendant 6 mois.	32
19	Les variations de la valeur D pendant 6 mois.	33
20	Pourcentage (%) de chaque type d'espèces.	34

Liste des tableaux :

Tableau	Titre	Page
01	Les grandes lignes de la classification des carabidés.	03
02	Les moyennes mensuelles des températures et des précipitations durant la période 1996-2016.	18
03	Liste des espèces carabiques récoltées.	26
04	Les abondances absolues et relatives mensuelles des carabidés.	28
05	Les abondances absolues et relatives des espèces.	29
06	La valeur de la constance (C%) pour chaque espèce.	30
07	La variation spatiale de l'abondance de chaque espèce.	31
08	La variation spatiale de la richesse spécifique.	32

INTRODUCCION

Introduction

Les Coléoptères Carabiques appartiennent à l'une des familles d'insectes, les Carabidae, la plus riche en espèces. D'après certains auteurs, il existe entre 40 000 et 60 000 espèces connues. Les carabes sont pour la plupart des insectes terricoles et généralement de redoutables prédateurs de petits invertébrés : mollusques, vers, petits arthropodes, larve, les autres espèces sont granivores ou omnivores. Ils occupent une très grande diversité d'habitats terrestres : milieux naturels, semi-naturels ou fortement modifiés. En outre, ils sont sensibles à divers types de facteurs écologiques tels que l'humidité, texture du sol, la richesse floristique,...etc, et ont une large distribution biogéographique.

Vu leur forte diversité et abondance, les coléoptères carabiques représentent un modèle biologique original des études sur les communautés (Dajoz, 2002) et sont souvent utilisés pour les analyses statistiques surtout dans les zones agricoles .

A l'échelle mondiale, plusieurs études et travaux dans différentes régions du globe terrestre ont été effectués et des congrès internationaux de carabidologie ont été organisés.

En Algérie, à l'instar de toute l'entomofaune, la carabofaune reste méconnue et très peu étudiée, on cite à titre d'exemple, Ouchtati et *al.*, (2012) et Saouache et *al.*, (2014). Il est important de signaler que la plupart de ces travaux ont été réalisés soit dans les agro-écosystèmes soit dans les milieux naturels comme les forêts, les autres types d'écosystèmes n'ont quasiment pas été touchés hormis des études menées à l'ouest algérien sur les coléoptères des milieux humides et salés par Boukli-Hacene et Hassaine (2010) et Boukli-Hacene et *al.*, (2011).

La présente étude a été réalisée dans la sebkha d'Ezzemoul, il s'agit d'une zone humide classée dans la liste RAMSAR ; liste des zones humides d'importance internationale. La problématique énoncée est : quels sont les patterns de distribution des carabidés dans un biotope aussi sélectif ? En abordant deux axes : l'étude faunistique et l'étude écologique.

En sus, on veut savoir si la faune carabique est influencée par le type des halophytes qui y existe. A vrai dire, nous avons deux hypothèses à tester, la première est la très faible biodiversité attendue; car la parcelle échantillonnée est très proche du centre de la sebkha, donc on est en présence d'une très grande salinité, la deuxième, le type d'halophyte influence significativement la richesse spécifique et l'abondance du peuplement.

Chapitre I :
Données bibliographiques sur les
carabidés

I- Position systématique

La famille des Carabidae ou carabidés est une des familles de coléoptères la plus diversifiée, plus de 40 000 espèces ont été inventoriées dans le monde (Dajoz, 2002). Ils ont colonisé tous les milieux terrestres et sont bien présents dans les agro écosystèmes. En effet, elle est toujours placée au début de la classification des coléoptères, toutefois, cela ne veut pas dire nécessairement qu'elle comprend les espèces les plus primitives au point de vue phylogénétique (Ouchtati, 2012).

Cette famille appartient à la super famille des Caraboidea qui sont, à leur tour, une grande division du sous-ordre des Adephaga. Effectivement, les Caraboidea forment à peu près l'ensemble des Adephaga terrestres, ou encore appelés les Geodephaga chez les auteurs anglais. Ils sont désignés communément par le terme de carabiques (Jeannel, 1941).

Les carabiques étaient longtemps constitués par une seule famille étant la famille des Carabidae, cette dernière groupe trois grandes sous-familles : Cicindelinae, Carabinae et Harpalinae, à côté desquelles on admettait encore une quatrième celle des Pseudomorphinae. Il y a cent ans, alors que le nombre d'espèces connues était encore très restreint, les anciens auteurs avaient commencé de subdiviser les carabiques en grandes familles naturelles. Tous les auteurs modernes ont préféré tout réunir, sans doute parce que le nombre toujours croissant d'espèces et de genres connus rendait de plus en plus difficile une vue d'ensemble nécessaire pour jeter les bases d'une systématique solide (Jeannel, 2007).

Dans la classification récente simplifiée proposée par Duchatenet (1986), la famille des carabidés est formée de 31 sous-familles.

Tableau 1 : Les grandes lignes de la classification des carabidés.

Règne	Animale
Embranchement	Arthropode
Sous-embranchement	Hexapode
Classe	Insecte
Inter-classe	Néoptère
Ordre	Coléoptère
Sous-ordre	Adéphaga
Super-famille	Caraboidea
Famille	Carabidae

II- Morphologie externe

II.1- Pigment et coloration

La grande majorité des espèces présente dans leurs téguments un pigment brunâtre qui leur donne leur coloration brune ou noire. La dépigmentation large ou partielle du tégument produit les colorations testacées ou rougeâtres fréquentes chez la plupart des Carabiques. Quant aux colorations métalliques, ce sont des colorations dites « Physiques », résultant de phénomènes d'interférence des ondes lumineuses traversant les lames minces de la chitine, au-dessus d'un fond noir.

L'extension plus ou moins grande des dessins pigmentaires, chez les espèces pâles, est en rapport évidemment avec les conditions physiques du milieu: température, luminosité, humidité relative. Mais les variétés mélaniques qui se produisent chez les Carabiques vivant à haute altitude, s'observent surtout chez des espèces métalliques. Elles ne dépendent pas d'un accroissement de la pigmentation; elles sont causées par des troubles dans l'épaisseur des lames minces. Les phénomènes d'interférence ne se produisent qu'à travers des lames transparentes d'épaisseur du même ordre de grandeur que les longueurs d'ondes lumineuses. Trop épaisses, sous l'influence des conditions de milieu, les lames ne décomposent plus la lumière et laissent librement se manifester la coloration pigmentaire sous-jacent (Jeannel, 2007).

II.2- La tête

La tête est de forme très diverse allongée, transverse, globuleuse ou déprimée, avec un cou distinct ou non. Elle est toujours plus ou moins engagée dans le prothorax où elle s'encastre. Elle est robuste, en général arrondie, et comprend le crâne et les appendices céphaliques (Duchatenet, 1986 ; Paulian, 1988).

II.2.1- La face dorsale

Sur le dessus et d'avant en arrière, on distingue les pièces buccales qui sont généralement liées au régime alimentaire. Les mandibules et les maxilles sont habituellement grandes, fortement dentées ou ciliées chez les espèces prédatrices, comme chez les « Cicindelinae » et les « Scaritinae ». Aussi, les palpes maxillaires et labiaux, les palpes maxillaires sont généralement constitués de quatre articles, le premier très court, le deuxième souvent très allongés, les deux derniers de longueur et de forme très variables. Les palpes labiaux ont normalement trois articles parfois deux, rarement un seul. Le labre ou lèvre supérieure, généralement mobile, le clypéus ou épistome, séparé du front par une suture visible ou non, le front, situé entre les yeux et à l'avant duquel sont insérées les antennes, le vertex, qui prolonge le front en arrière des yeux et duquel il n'est séparée par aucune limite précise. Quant aux yeux des carabidés, ils sont d'importance très variable, les yeux simple « Ocelles » existent rarement chez les carabidés, mais s'il y en a ils sont accompagnés d'yeux composés. Chez certaines espèces carabiques crépusculaires et nocturnes, ils occupent presque toute la surface du crâne et chez celles qui vivent dans les lieux obscurs les yeux sont réduits ou inexistants (Duchatenet, 1986 ; Paulian, 1988).

II.2.2- La face ventrale

En avant et sous les mandibules, sont insérées les maxilles qui s'articulent au crâne par l'intermédiaire du « cardo » et dont la partie distale, le stipe est constituée de deux appendices, l'un externe, « la galéa », l'autre interne, « la licinia », dont le bord interne est généralement cilié. Juste en arrière est placé le labium, comprenant des appendices articulés, les palpes labiaux et les paraglosses, et des pièces médianes situées les unes au dessous des autres, « la ligule » entre les paraglosses, « le mentum » et le « submentum », que prolonge « la gula » jusqu'à la base de la tête. (Duchatenet, 1986).

II.3- Le thorax

Le thorax qui est situé entre la tête et l'abdomen, comprend trois parties distinctes, le prothorax, le mésothorax et le métathorax (Duchatenet, 1986).

II.3.1- Le prothorax

Il porte la paire de pattes antérieures, la face dorsale du prothorax est le pronotum, l'élément le plus volumineux. Il est séparé de la partie inférieure par les bords latéraux qui sont généralement plus ou moins fortement carénés ou explanés (Duchatenet, 1986).

II.3.2- Le mésothorax

Il porte la paire de pattes intermédiaires et les élytres. Le dessus du mésothorax est constitué d'une seule pièce, le mésonotum, seule partie visible du mésonotum est le scutellum, souvent semi circulaire, pentagonal ou triangulaire. Le dessous est composé d'une pièce centrale le mésosternum, bordée de chaque côté par les mésépisternes, en avant et les mésépimères, en arrière (Duchatenet, 1986).

II.3.3- Le métathorax

Porte les pattes postérieures et les ailes membraneuses. Sa face dorsale, le métanotum n'est visible que lorsque les élytres et les ailes sont déployés sur la face ventrale, le métasternum est placé au centre, les métépisternes sur les côtés, et les métépimères en arrière (Duchatenet, 1986).

II.4- L'abdomen

L'abdomen montre du côté ventrale six segments, dont les trois premiers sont plus ou moins soudés en un vaste arceau unique, mais les rapports de cet arceau avec les pièces pleurales établissent qu'il est bien formé de trois segments. Les six segments ventraux d'adulte correspondent aux urosternites III à VIII, comme il est facile de s'en rendre compte par comparaison des larves, nymphes et imagos. La face tergale de l'abdomen fait voir la trace de huit tergites, chacune pourvu d'un stigmate, et représentant les urotergites II à IX. Le dernier, ou urotergite IX, est le pygidium qui fait le plus souvent saillie après le bord apical des élytres.

En arrière de ces segments visibles se trouvent donc encore le sternite IX et tout l'urite X qui sont rétractés dans l'abdomen, invaginés avec l'armure génitale dont ils font partie, le sternite IX est divisé en deux sclérites à peu près symétriques, l'urites X, ou « segment génital » est très modifié et d'ailleurs très différent dans les deux sexes (Jeannel, 2007).

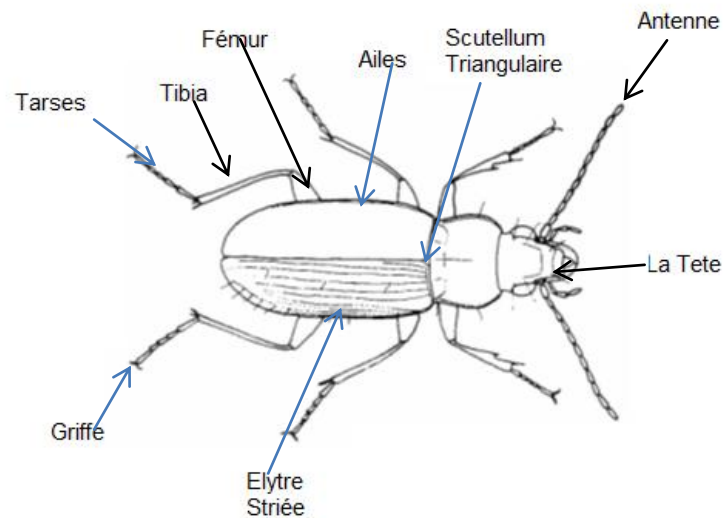


Figure 1 : Morphologie externe d'un carabidé.

III- Cycle vital

Les carabes réalisent une métamorphose complète (holométabole). En général, le développement se réalise en quatre étapes : l'œuf, la larve, la nymphe et l'imago ou adulte. La nymphe est parfois appelée chrysalide. Chez certaines espèces, la nymphe peut être cachée à l'intérieur d'une cavité naturelle. Chez la plupart des espèces, le développement dure une année complète. Cependant, le développement peut aller jusqu'à quatre ans chez certaines espèces retrouvées dans les climats plus rudes (Anonyme, 2004).

III.1- Les œufs

Les carabes pondent habituellement leurs œufs au sol et la profondeur est variable selon les espèces. La femelle choisit soigneusement le site de ponte. Chez certaines espèces, la femelle crée même une petite cavité pour déposer ses œufs. Chez la tribu des Pterostichini, certaines espèces préparent un petit cocon pour leur masse d'œufs. L'éclosion se produit après quelques jours à une semaine. La fécondité peut varier allant de cinq à dix œufs chez les espèces avec des comportements de gardiennage et à plusieurs centaines pour des espèces qui n'apportent pas de soins parentaux à leur progéniture (Thiele, 1977 ; Brandmayr et al., 1979 ; Luff ML, 1987).

III.2- Les larves

Les larves de carabes sont habituellement très mobiles et elles sont majoritairement prédatrices. Il y a également des espèces qui sont végétariennes ou parasites d'insectes ou de millipèdes immatures. Généralement, la larve mue entre deux et trois fois avant de préparer sa chambre pupale pour entamer sa transformation en nymphe. Plusieurs espèces tombent en diapause durant la deuxième et troisième mue (Crowson, 1981 ; Capinera, 2008).



Figure 2 : Larve d'un Carabidae (Crowson, 1981).

III.3- Nymphe

La nymphe est faiblement sclérifiée et de couleur jaunâtre à blanchâtre. Elle pose généralement sur le dos et est soutenue par des soies dorsales. Lors de l'émergence, le

carabe ténéral est blanchâtre et après quelques minutes, commence à prendre des couleurs plus sombres (Alderweireldt et *al.*, 1990).



Figure 3 : Nympe d'un Carabidae (Alderweireldt et *al.*, 1990).

III.4- Adulte

La longévité des adultes peut être très variable. Dans des conditions idéales, comme en laboratoire, certaines espèces ont été conservées pendant près de quatre ans. De nombreuses espèces dans les tribus Agonini, Harpalini, Pterostichini et Carabini ont une espérance de vie supérieure à un an (Alderweireldt et *al.*, 1990). Ils peuvent également se reproduire plusieurs fois.

Les espèces cavernicoles ont habituellement une longue espérance de vie. Par exemple, l'espèce *Bemostenus schreibersi* peut vivre jusqu'à six ans et demi (Rusdea, 1994).



Figure 4 : Le cycle vital des carabidés (Le roux et *al.*, 2012).

IV- Régime alimentaire

Le régime alimentaire des Carabidae est connu dans ses grandes lignes, mais les choses se complexifient considérablement, quand il s'agit d'évaluer le régime alimentaire d'une espèce particulière. Dans sa synthèse sur la prédation des Carabidae sur les Gastropodes, résume bien les paramètres du modèle de prédation, qu'il est nécessaire d'évaluer sur le terrain, pour pouvoir estimer la pression exercée par une espèce de Carabidae sur une espèce proie (Symondson, 2004).

- Phénologies respectives du prédateur et de la proie.
- Modèle d'exploration du milieu adopté par le prédateur.
- Taux de rencontres prédateur-proie.
- Densité relative de la proie par rapport aux autres proies potentielles.
- Densité absolue de la proie.
- Gamme de taille des proies préférentiellement sélectionnées par le prédateur.
- État de satiété du prédateur.
- Expérience acquise par le prédateur.
- Réponse du prédateur à une variation de densité ou de disponibilité des proies.

-Niveaux de compétition inter et intra-spécifique entre prédateurs.

-Nombre de ces paramètres sont très difficiles voire totalement impossibles à évaluer en plein champ. Les techniques utilisées (dissection du tractus digestif, immunologie, nourrissage en laboratoire) permettent d'estimer certains d'entre eux, mais pas tous.

En général, les larves et les adultes sont des prédateurs, les proies potentielles sont nombreuses, les larves sont parfois plus spécialisées que les adultes. La taille des proies est généralement corrélée à celle de l'individu. Nombre d'espèces sont spécialisées à des degrés divers dans la chasse aux limaces et aux escargots. Mais pour beaucoup, un régime alimentaire varié est nécessaire pour une bonne production d'œufs, incluant également des vers de terre, des pucerons et des larves d'autres coléoptères. En captivité, le cannibalisme est courant chez les larves : les plus âgées attendent la mue des plus jeunes et profitent du fait que le nouveau tégument n'est pas encore solidifié pour les attaquer. Dans le milieu, les Carabidae jouent un rôle très important, car ils se placent au sommet de la chaîne alimentaire des invertébrés. Cependant, le rôle des Carabes y est clairement mis en valeur (Brunsting et Heesen , 1984).

V- Habitats

Les Carabidae habitent tous les milieux, Il n'existe quand même pas de Carabidae marins. Mais certaines espèces, comme *Carabus variolosus*, ont développé une capacité à retenir leur respiration et se sont adaptées à un mode de vie semi-aquatique en eaux douces. La plupart des Carabes vivent sur le sol et y trouvent refuge. Quelques uns comme les Calosomes (le plus connu : *Calosoma sycophanta*) sont arboricoles, d'autres sont des animaux du sol capables d'escalader la végétation, comme *Demetria satricapullus* qui grimpe les tiges des herbes ou *Carabus auronitens* qui grimpe dans la canopée, en empruntant les troncs. Les facteurs déterminants de la composition des communautés de Carabes sont nombreux, on en cite: la structure du milieu et l'acidité du sol (Noonan, 1985).

V.1- La présence ou l'absence de litière sur le sol

Diurnes ou nocturnes, les Carabiques aiment être exposés à la lumière et préfèrent circuler à l'abri du tapis de feuilles mortes qui les protègent de leurs prédateurs : les oiseaux. A la moindre frayeur, ils courent se réfugier dans un trou ou sous un caillou (Noonan, 1985).

V.2- La présence de souches dans les forêts

Les Carabes passent la moitié de leur vie à se reposer, plus leur temps de repos est long, plus leur espérance de vie est importante, la disponibilité en lieu de repos est donc un facteur crucial. De plus, ces lieux servent de refuges contre les variations climatiques à de nombreuses occasions au cours d'une saison. Au printemps, les souches ont un rôle tampon, car elles accumulent de la chaleur en journée et protègent contre les gelées nocturnes. En été, les morts-bois protègent contre les fortes températures. En Automne et hiver, Les souches et les morts-bois fournissent des sites d'hivernage (Noonan, 1985).

V.3- L'acidité du sol

L'action de l'acidité du sol sur les carabiques a été montrée, mais on ne comprend pas bien sur quels traits de la biologie elle influe. Cela peut avoir un rapport avec le développement des larves. La dispersion par voie terrestre est un processus important pour ces espèces. Le vol est une stratégie de dispersion d'importance variable, en fonction de degré de développement des ailes chez les individus. Produire des ailes représente un investissement énergétique considérable, qui peut s'avérer désavantageux. On considère classiquement que les ailes sont plus développées chez les espèces ou les populations d'une espèce habitant les environnements instables, comme les zones inondables, desquels ils doivent pouvoir fuir rapidement. Ces espèces ont également des distributions agrégatives (Noonan, 1985).

La dispersion aérienne est alors un moyen efficace pour maintenir les flux géniques entre les agrégats. Les marges d'une aire de distribution peuvent éventuellement aussi être vues comme une catégorie particulière d'habitat instable, puisque les conditions y sont plus éloignées des besoins de l'espèce. Aussi observe-t-on souvent que les

populations tendent à y être macroptères, quand celles du centre de l'aire de distribution sont plutôt brachyptères. Enfin, on ne peut négliger le rôle de l'Homme comme agent de dispersion. De nombreuses espèces européennes furent embarquées dans les ballasts et déposées en Amérique, mais ce sont surtout les transformations du milieu, en particulier l'ouverture des peuplements forestiers et la rudéralisation, qui déclenchent des extensions ou des restrictions des aires de répartition (Noonan, 1985).

VI- L'importance écologique

- ✓ Les Carabidae sont présents dans la plupart des milieux terrestres et des aires géographiques, leurs exigences écologiques diffèrent selon les espèces, et notamment pour l'habitat. En outre, certaines espèces sont spécialistes, d'autres plus généralistes, voire cosmopolites.
- ✓ Les carabes assurent des services éco-systémiques (contrôle des ravageurs).
- ✓ Sensibilité aux conditions environnementales, biotiques et abiotiques (température, humidité, éclairage, vent...), et aux perturbations et pratiques d'aménagement.

- A l'échelle locale, le type d'habitat (végétation et conditions microclimatiques) est le caractère déterminant de la présence des espèces de carabes.

- A l'échelle du paysage, la composition (terres arables vs éléments semi naturels), l'arrangement spatial, la connectivité, l'histoire

Influencent sur :

- Les assemblages de carabes
 - Leur dynamique de population
 - Leur structure génétique (Le roux et *al.*, 2012).
-

Chapitre II :

Présentation du site d'étude

I- Situation géographique du site d'étude

Le lac salé Mzouri ou en arabe Sebkhha El Zemoul ou Garaât El Zemoul, aussi connu sous le nom d'Ezzemoul, est un lac salé exploité en partie pour l'extraction du sel, et constitue la plus grande zone de nidification de flamants de la Méditerranée, situé au nord-est de l'Algérie à Oum-El-Bouaghi dans la commune Ouled Zouaï est d'une superficie de 6765 ha (voir figure 5). Le site se trouve sur la liste de la convention de Ramsar. Le lac est situé sur la route nationale 3 reliant Aïn M'lila à Batna, à 17 km au sud de la ville d'Aïn M'lila et à 10 km à l'Est de la commune de Souk Naamane à proximité du chott Tinsilt aussi classé site Ramsar en 2004. La rive sud du lac est à 200 m de la commune d'Ouled Zouaï. Les daïras de Souk Naamane et Aïn Kercha dans la wilaya d'Oum-El-Bouaghi sont administrativement responsables de la zone humide El Zemoul (Samraoui, 2005).

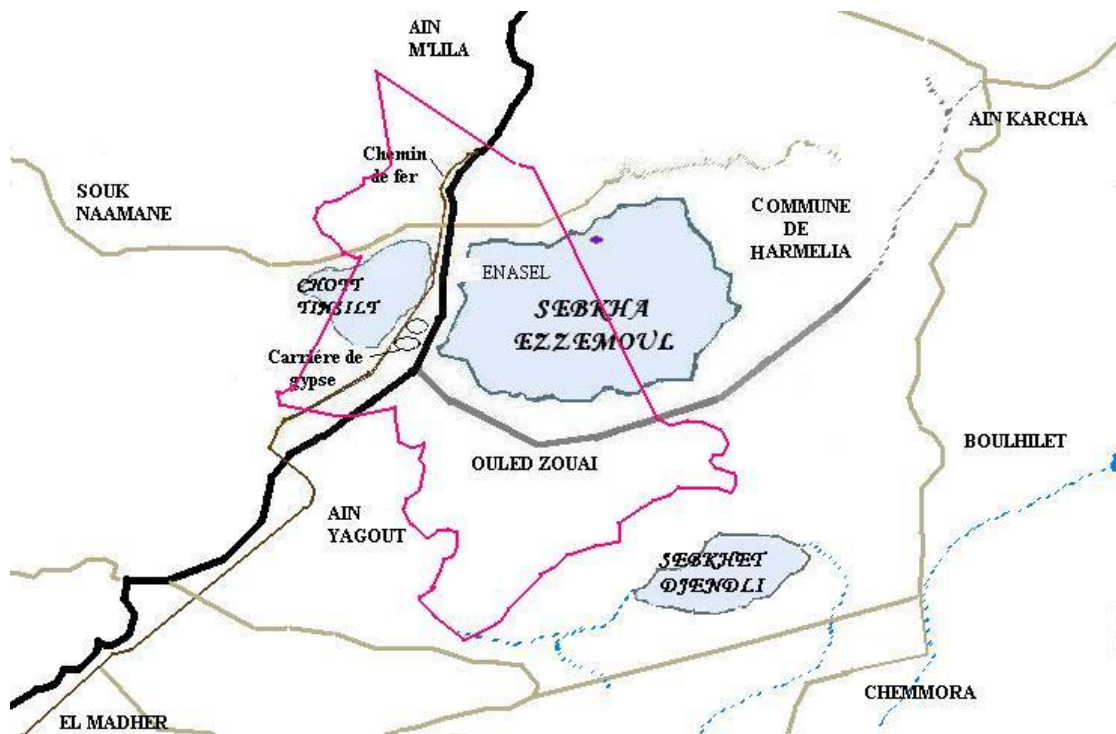


Figure 5: Carte géographique de sebkhha Ezzemoul (Mokrani, 2011).

II-Caractéristiques générales du site d'étude

II.1- Caractéristiques géologiques

Le Site forme une dépression naturelle sur des terrains sédimentaires du Quaternaire caractérisés par des sols salés et limons fins. Le relief est formé de montagnes qui encerclent le lac notamment avec les Monts de Hanout Kebir (1 100 m), de El Gountas à (997 m), de Koudiet El Klab à (1,016 m), de Tarbent S'ghir à (1,062 m) et Tarbent à (1 124 m). Le lac est alimenté par les eaux pluviales drainées par un bassin versant de 8 900 ha, et le site constitue un réceptacle des eaux usées des agglomérations voisines (D.G.F., 2004).

II.2-Caractéristique hydrique

L'eau de la sebkha est saumâtre avec une salinité moyenne et un PH alcalin, sa qualité est affectée par le déversement des eaux usées de la ville de Souk Nâamane située en amont, du côté Ouest (voir figure 6) (D.G.F., 2004).



Figure 6 : Sebkha Ezzemoul (Mokrani, 2011).

II.3-caractéristique pédologique

Ce sont des terrains sédimentaires du Quaternaire où prédominent argiles et limons fins riches en calcaires (D.G.F., 2004).

II.4- Couvert végétal et écologie générale

Le site est composé d'un plan d'eau libre relativement salé appelé sebkha et d'une prairie humide appelée chott. La végétation herbacée, peu étudiée est représentée par deux grandes familles, les Chénopodiacées et les Aizonacées. Les caractéristiques écologiques sont dominées par des facteurs naturels limitant comme la présence de

l'eau et la salinité auxquelles certaines espèces sont liées comme les *Atriplex* et les *Salicornes* pour les plantes et le flamant rose et le Tadorne de Belon pour les oiseaux. Tout autour du site se développe une importante agriculture céréalière (voir figure 7) (D.G.F., 2004).



Figure 7 : Les cultures herbacées de la sebkha d'Ezzemoul (Mokrani, 2011).

II.5-Composition faunistique

Le lac est le lieu de nidification des flamants rose (*Phénicoptéris ruber*), en septembre 2009, leur population est de 10 000 couples et 16 000 poussins. À la mi-septembre, les flamants s'envolent vers des sites d'hivernage à Oued Righ. L'université d'Annaba en collaboration avec la station biologique de la Tour du Valat et la conservation des forêts d'Oum El Bouaghi ont observé, protégé et permis à 8 500 flamants roses de coloniser un îlot de 0,9 ha du lac la population des Tadorne de belon est de 1 400 en 2005, ce qui fait 6,4 % de la population méditerranéenne. On trouve aussi le Canard souchet, la Cigogne blanche, l'Avocette élégante, la gruecendrée, la Mouetterieuse, l'Echasse blanche, le Courlis cendré, le Bécasseauminute, le Gravelot à collier interrompu, la Sterne hansel. Mais aussi des rapaces comme la buse féroce, le milanoir, le faucon crécerelle, le percnoptère et l'aigle botté. Les seuls mammifères qui vivent dans les environs de la zone humide sont le sanglier, le chacal, le renard roux, le lièvre et le rat.

Pour les invertébrés on peut trouver deux crustacés *Artemia salina* et la *Branchinellaspinos* (D.G.F., 2004).

III-Etude bioclimatique

Le climat est un facteur principal, il joue un rôle fondamental de contrôle de la distribution des êtres vivants et la dynamique des écosystèmes (Leveque, 2001). Le site fait partie de l'étage bioclimatique semi-aride à Hiver froid caractérisé par un climat continental froid, pluvieux en hiver et chaud et sec en été où les vents dominants sont de Sud-Ouest, Ouest et Nord-Ouest (D.G.F., 2004). Les données climatiques citées ci-dessous sont obtenues du centre météorologique de Batna.

III.1-Température

La température conditionne la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

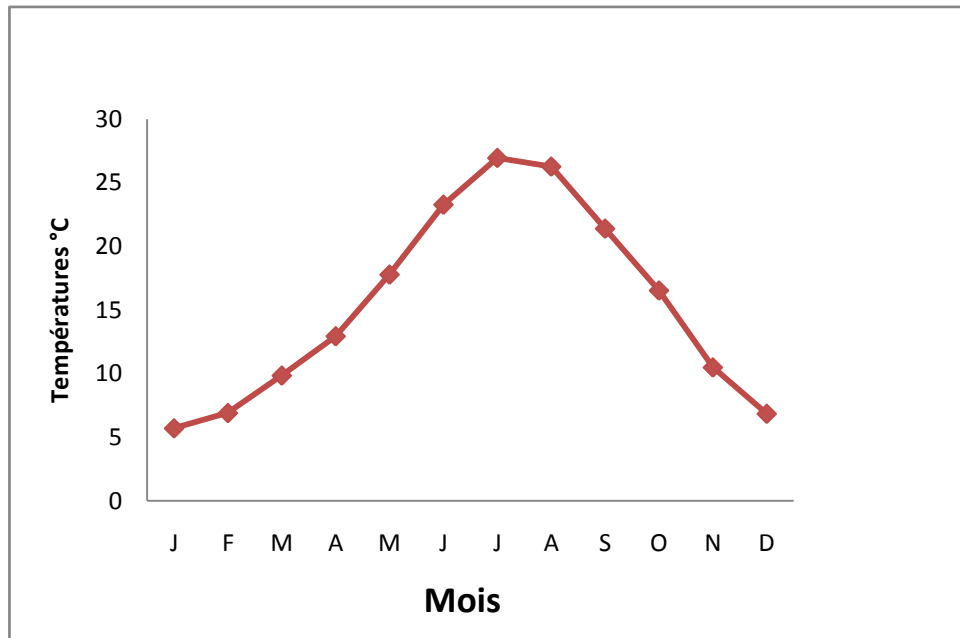


Figure 8 : Les variations des températures moyennes mensuelles exprimées en (°C) durant la période 1996-2016.

L'examen des températures représentées dans la figure ci-dessus, montre que la période 1996-2016 présente huit mois froids qui sont : janvier, février, mars, avril, mai, octobre, novembre et décembre, alors que les mois chauds sont au nombre de quatre : juin, juillet, août et septembre.

Le mois le plus froid reste le mois de janvier, avec une valeur de 5,71°C, tandis que les mois les plus chauds sont les deux mois juillet et août, avec des valeurs qui dépassent légèrement 26°C.

III.2-Pluviométrie

Les arthropodes terrestres sont des animaux de petite taille, qui ont peu de chance de survivre dans un air sec, sauf s'ils trouvent de l'eau à l'état liquide dans leurs aliments, ou bien s'ils disposent de mécanismes physiologiques de rétention hydrique, ou bien encore, s'ils peuvent récupérer une partie de vapeur d'eau atmosphérique (Dajoz, 1985).

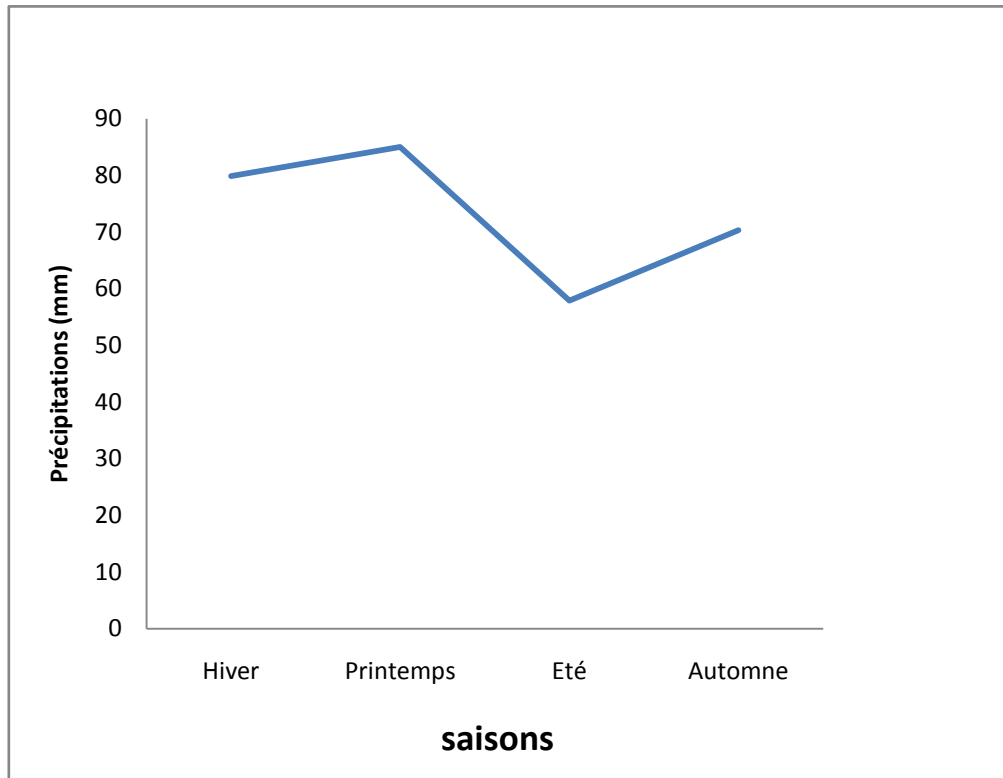


Figure 9 : Le rythme saisonnier des précipitations durant la période 1996-2016.

Le régime saisonnier calculé pour la période 1996-2016 confirme que, l'été est la saison la moins arrosée et que le rythme saisonnier est de type hiverno-printanier. La pluie est très irrégulière, les mois les plus arrosés pour la même période sont avril, mai et septembre, avec un total pluviométrique de 97, 97 mm, alors que le mois le moins arrosé est le mois de juillet, avec une valeur de 7,11 mm (voir figure 9).

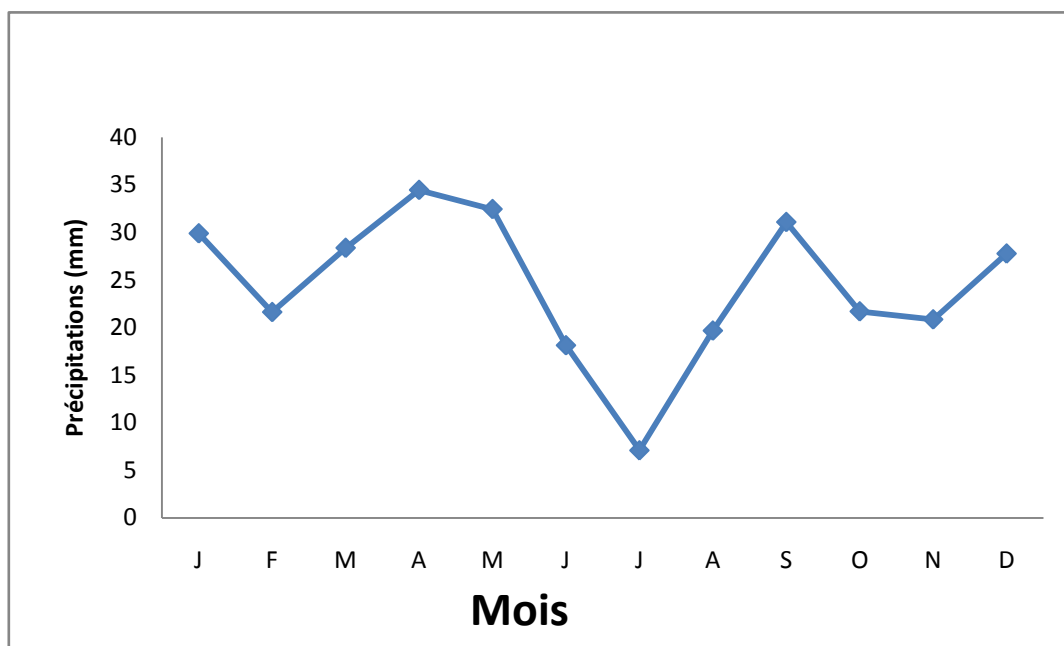


Figure 10 : Les variations des précipitations moyennes mensuelles exprimées en (mm) durant la période 1996-2016.

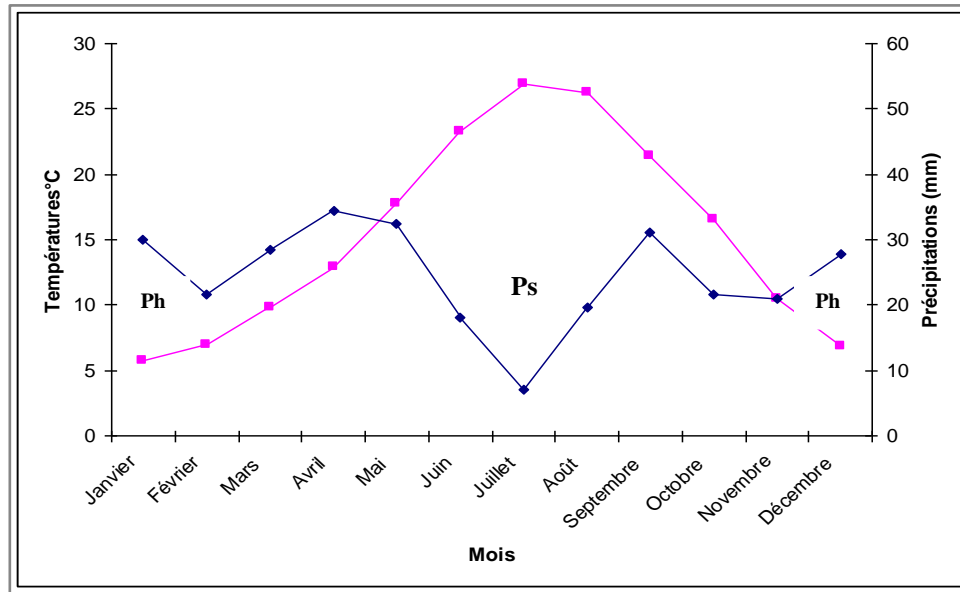
III.3- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombrothermique est construit 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.*, 1998-2003).

Tableau 2 : Les moyennes mensuelles des températures et des précipitations durant la période 1996-2016.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P(mm)	29,89	21,63	28,37	34,45	32,44	18,14	7,11	19,68	31,08	21,70	20,86	27,77
T(°C)	5,71	6,91	9,85	12,94	17,78	23,27	26,94	26,26	21,39	16,53	10,49	6,85
M	11,30	12,83	16,12	19,46	24,85	30,89	34,79	34,13	28,52	23,16	16,36	12,46
m	0,57	1,13	3,31	5,79	9,73	14,42	17,67	17,35	14,17	9,90	4,84	1,65

P : précipitations, T : températures moyennes, M : températures maximales, m : températures minimales



Ph : période humide Ps : période sèche

Figure 11 : Diagramme ombrothermique de Bagnauls et Gaussen pour la période 1996-2016.

Le diagramme ombrothermique obtenu pour la période 1996-2016 (figure 11), montre qu'il existe deux types de périodes: une période humide et une période sèche. La période sèche s'étend du mois de juin jusqu'au mois de septembre. Deux périodes humides peuvent être distinguées ; la première commence le mois de janvier et termine à la fin du mois de mai, la deuxième, commence le mois d'octobre et prend fin au mois de décembre.

III.4- Climagramme pluviométrique 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 (Southwood, 1978). 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:

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

Le report des données de la période 1996- 2016 sur le climagramme d'Emberger (voir figure 12), montre que la région à laquelle appartient le site de cette étude se situe dans l'étage bioclimatique aride à hiver frais (**Q=29,38**).

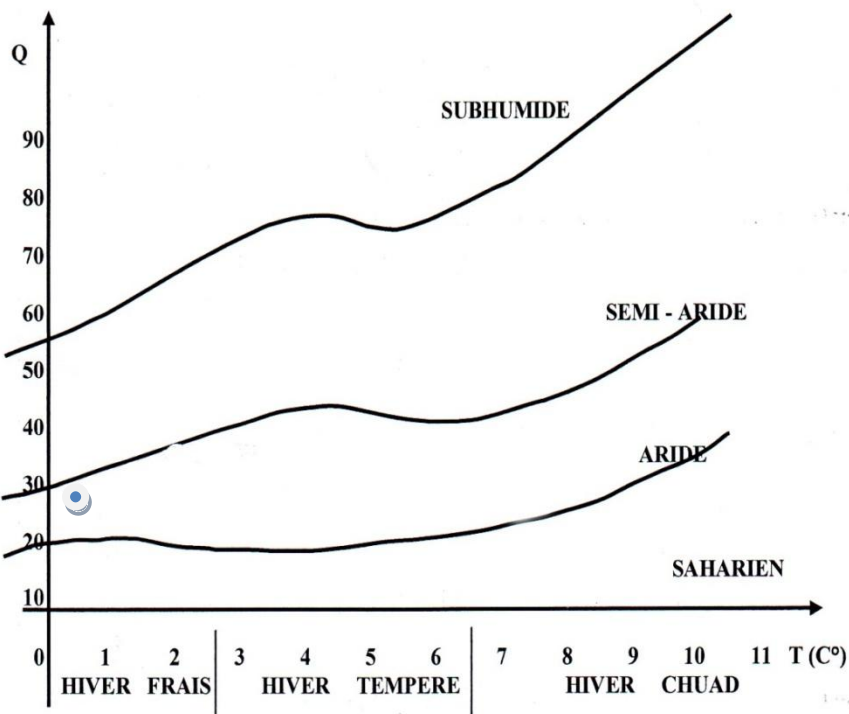


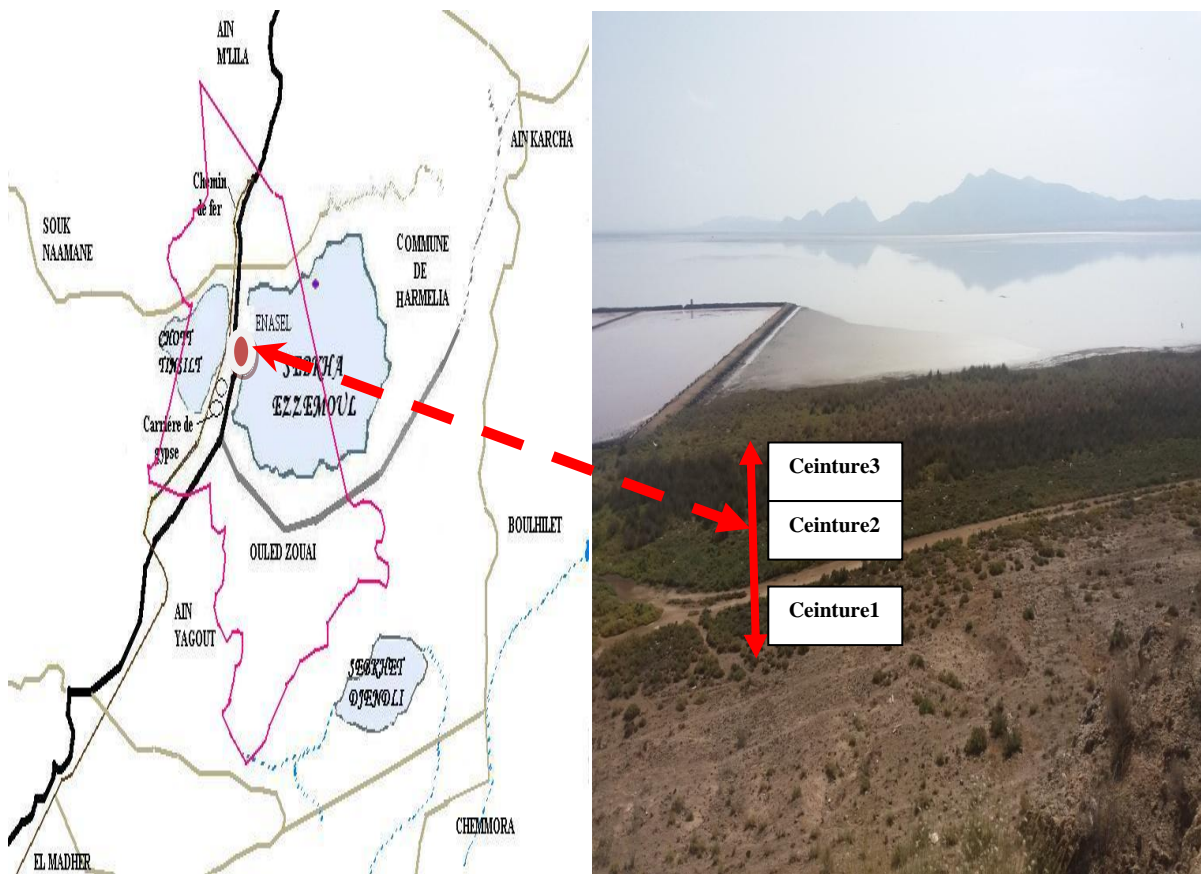
Figure 12: Positionnement de la période 1996-2016 sur le climagramme pluviométrique d'Emberger.

Chapitre III :

Dispositifs et méthodes

I- choix de la station d'étude

Le présent travail a été réalisé de novembre 2016 à avril 2017 (6 mois d'étude), au niveau d'un lac salé, sebkha Ezzemoul à Ain M'lila. Ce travail a pour but de réaliser une étude bioécologique des espèces rencontrées dans ce biotope qualifié spécifique. Le choix s'est porté sur ce site pour plusieurs raisons, dont les plus importantes est le fait qu'aucune étude écologique récente ou ancienne n'a été faite sur ce lac, du point de vue entomofaunistique, surtout carabique, en plus, ce lac représente une zone humide d'importance internationale selon la convention RAMSAR. Afin d'atteindre les objectifs, une station d'étude a été choisie (voir figure 13), il s'agit d'une petite parcelle facilement accessible, proche d'ENASEL (usine de production du sel de table), donne directement sur la sebkha et contient 3 ceintures de végétation très distinguables et très différentes.



La ceinture 1 est à base de *salicornia* sp.

La ceinture 2 est à base de *Suaeda* sp. La ceinture 3 est à base de *Juncus* sp.

Figure 13 : Positionnement de la station d'échantillonnage au niveau du site d'étude (sebkha Ezzemoul).

II- Pratiques entomologiques

II.1- Echantillonnage sur terrain

L'objectif de cette étude est d'obtenir une image faunistique la plus complète possible de la faune carabique du lac salé Ezzemoul, la méthode donc privilégiée, est celle susceptible de fournir une liste représentative des carabes de ce milieu sélectif. Selon le principe d'un échantillonnage stratifié et linéaire, dans ce cas les strates sont les ceintures de végétations, la faune a été prélevée le long d'un transect, qui est d'une longueur total de 50 m, et qui traverse les trois (3) groupements végétaux, tous les quinze jours, en utilisant douze (12) pièges d'interception, ou pots Barber, ces derniers sont en plastique avec une profondeur de 10 cm et diamètre de 9 cm. Effectivement, à chaque ceinture de végétation, deux (2) pots sont installés de part et d'autre de la ligne transect (voir figure 14). Les pots Barber sont enterrés verticalement de façon à créer un puits dans lesquels les carabes vont choir, puis ils sont remplis au tiers de leur contenu avec un liquide conservateur, ce dernier est un mélange de ce qui suit : 1L d'eau, 300g de sel, des gouttes de vinaigre et quelques gouttes de détergent jouant le rôle d'un agent mouillant qui empêche les insectes de remonter le long des parois. Le contenu de ces pots est récupéré dans des bocaux étiquetés, datés, sans oublier le lieu de récolte.

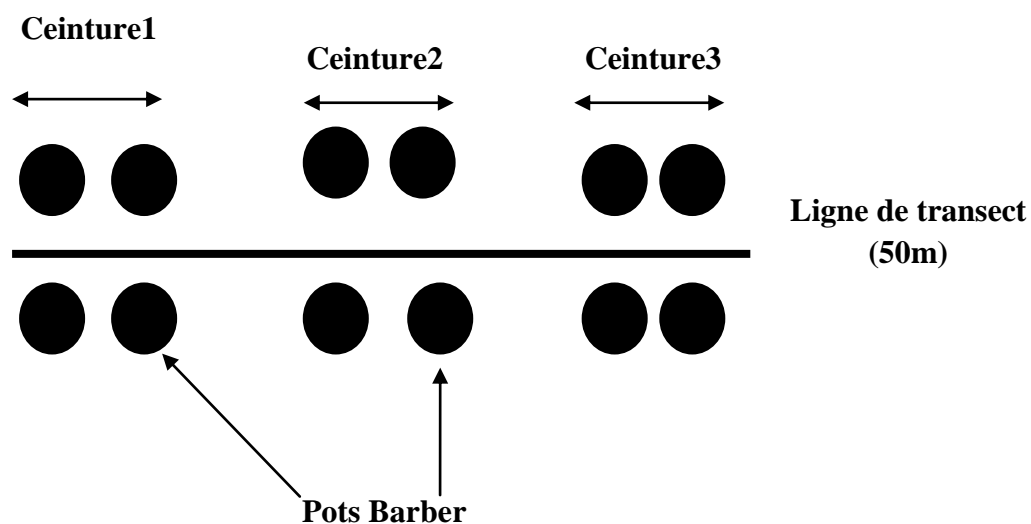


Figure 14 : Croquis de design expérimental sur terrain.

II.2- Travail au laboratoire

- ✓ **Rinçage** : les bocaux sont ramenés au laboratoire, leur contenu subit un rinçage abondant à l'eau de robinet, puis mis sur des papiers absorbants.
- ✓ **Tri et conservation**: une fois rincés et séchés, nous procédons au tri des spécimens sous une loupe binoculaire, à grossissement suffisante, pour séparer les carabidés des autres groupes, surtout les autres coléoptères qui leur ressemblent. Les carabes séparés sont conservés, soit dans l'alcool à 70° (espèces non identifiées), soit directement étalés dans des boîtes entomologiques (espèces connues).
- ✓ **Détermination** : elle a été orientée par plusieurs clés de détermination, en fonction des sous familles rencontrées lors de cette étude. Pour les Carabidés, les ouvrages consultés sont surtout ceux de Trautner et Geingermuller (1987) et Zagatti (2016). L'identification des espèces a été assurée et confirmée par Docteur Ouachtati Nadia de l'université de Guelma.

III- Méthodes d'analyse de la structure du peuplement

III.1- Indice de diversité de Shannon Weaver

Selon Bornard et *al.*, (1996), 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).

III.2- 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 (Weesie et *al.*, 1997), 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).

III.3- Indice de diversité de Simpson

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce (Southwood, 1978), 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.

III.4- La constance des espèces

La constance est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée par rapport au nombre total de relevés (Dajoz, 1985). La constance est calculée par la formule suivante:

$$C \% = \frac{P_i \times 100}{P}$$

P_i = Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P = Nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur C , on distingue les catégories suivantes:

- Des espèces constantes Si $C \geq 50\%$;
- Des espèces accessoires Si $25 \% \leq C \leq 49 \%$;
- Des espèces accidentelles Si $10\% \leq C \leq 24 \%$;
- Des espèces très accidentelles que nous qualifierons de sporadiques dont la constance $C \leq 10 \%$.

III.5- L'abondance des espèces

L'abondance se présente sous deux formes : l'abondance absolue (A_a) d'une espèce ou d'un groupe qui est le nombre d'individus de cette espèce ou de ce groupe d'espèces récoltées dans un peuplement, alors que l'abondance relative (A_r) donne le pourcentage d'individus récoltés dans le peuplement (Ramade, 1984).

L'abondance relative est calculée selon la formule :

$$Ar = Aa/N \times 100$$

N étant le nombre total d'individus récoltés.

III.6- La richesse spécifique

La richesse spécifique S , est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré, effectivement présentes sur un site d'étude et d'un moment donné (Boulinier et *al.*, 1998). La richesse spécifique est fréquemment utilisée comme une variable reflétant l'état d'un système et intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité, ainsi que dans l'évaluation de l'impact des activités anthropiques sur la biodiversité (Nicholas et *al.*, 1998).

Chapitre IV :
Résultats et discussions

I- Systématique et composition faunistique du peuplement carabique

La systématique suivie dans le présent travail est celle proposée par Trautner et Geigenmuller (1987), elle est consignée dans le tableau 3.

Tableau 3 : Liste des espèces carabiques récoltées.

Famille	Sous famille	Espèce
Carabidae	Scaritinae	<i>Distichus planus</i> (Bonelli, 1813)
	Callistinae	<i>Licinus punctatalus</i> (Fabricius, 1792)
	Broscinae	<i>Broscus politus</i> (Dejean, 1828)
	Brachininae	<i>Brachinus sclopeta</i> (Fabricius, 1792)
	Cicindelinae	<i>Sp</i> indéterminée

Pendant une période d'étude de six mois au niveau du lac salé (sebkha Ezzemoul), sept (5) espèces ont été récoltées. Ces espèces sont réparties sur cinq (5) genres, appartenant à cinq (5) sous familles. Dans deux milieux différents (cultivé est steppique), se trouvant dans l'étage bioclimatique aride, Ouchtati et *al.*, (2012) a récolté 49 espèces carabiques, réparties sur cinq (5) sous familles. De même, Saouache et *al.*, (2014), a pu recenser 55 espèces, réparties sur six (6) sous familles au niveau de deux milieux cultivés (verger de cerisier et champ de céréales), appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride. Cette grande différence par rapport au nombre d'espèces pourrait être expliquée, d'une part, par le type du milieu, en effet, la sebkha d'Ezzemoul est un biotope sélectif vu sa grande salinité. D'autre part, par la durée d'échantillonnage, qui, pour la première étude, s'est étendue sur 2 ans, pour la deuxième étude, elle s'est étendue sur 3 ans. En sus, les Carabidae constituent le groupe dominant d'Arthropodes épigés au sein des agro-écosystèmes de l'Europe (Dajoz, 2002). Une autre étude réalisée dans la sebkha d'Oran à l'ouest algérien, au cours de sept (7) mois par Boukli-Hacene et *al.*, (2010), vient confirmer l'explication donnée auparavant, effectivement, elle a abouti au recensement de huit (8) espèces, réparties sur trois (3) sous familles carabiques.

II- Etude bioécologique

II.1- Richesse spécifique

La richesse totale est un paramètre essentiel, qui peut caractériser un peuplement donné, dans la présente étude cinq (5) espèces ont été récoltées, au cours des six (6) mois d'étude. Le graphe ci-dessous renseigne sur la variation temporelle de la valeur S.

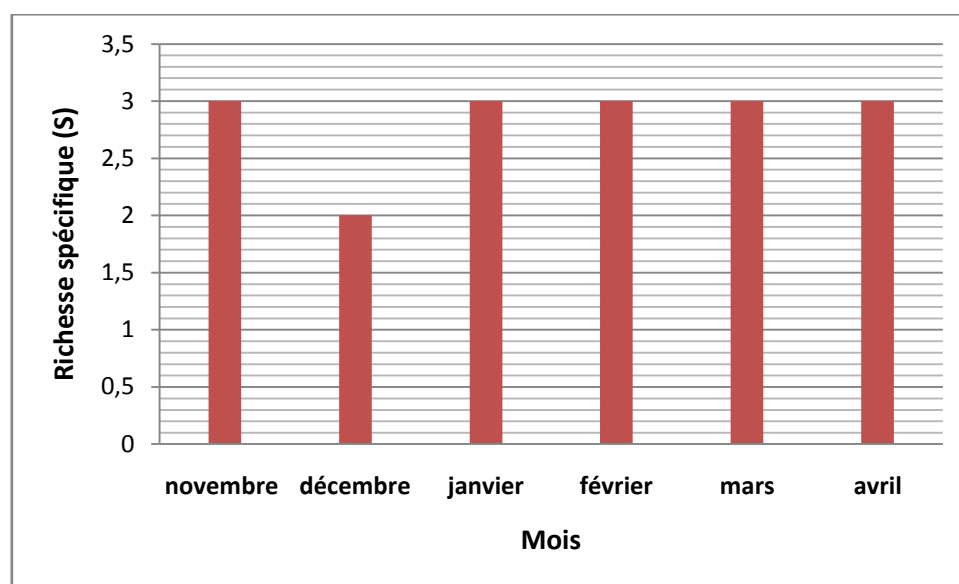


Figure 15 : La variation temporelle de la richesse spécifique pendant la période d'étude.

Il en ressort que, la valeur maximale de S, qui est à l'ordre de 3, est enregistrée pendant presque tous les mois d'échantillonnage. Le mois de décembre représente le seul mois avec une valeur S différente, soit $S=2$. Effectivement, pendant le mois de novembre il existe trois espèces qui sont : *Distichus planus*, *Licinus punctatalus*, *Broscus politus*. Pendant le mois de décembre deux espèces sont récoltées : *Distichus planus*, *Licinus punctatalus*. Au cours du mois de janvier, trois espèces ont été répertoriées étant : *Distichus planus*, *Licinus punctatalus*, *Broscus politus*. De même, le mois de février enregistre la présence de trois espèces qui sont : *Distichus planus*, *Licinus punctatalus*, *Broscus politus*. Quant au mois de mars, les espèces observées sont : *Distichus planus*, *Licinus punctatalus*, *Broscus politus*. Enfin, au cours du mois d'avril les espèces récoltées sont : *Distichus planus*, *Brachinus sclopeta*, Cicindelle indéterminée. Cette faible richesse spécifique peut être attribuée, d'une part, à la qualité du milieu qui est en permanente perturbation et surexploitation humaine. En effet, pas loin de la parcelle échantillonnée, une usine d'extraction de sel de table est installée depuis des dizaines d'années, de surcroît, cette parcelle est très piétinée et utilisée dans le pâturage. D'autre part, le site d'étude est de type fermé, cette caractéristique a une

répercussion aussi bien sur la richesse spécifique que sur les effectifs des espèces. D'ailleurs, les carabidés regroupent des taxa très sensibles aux microclimats (Lambeets et *al.*, 2008), ces caractéristiques en font ainsi de bons bio-indicateurs (Melnychuk et *al.*, 2003).

II.2- L'abondance

II.2.1- L'abondance mensuelle des carabidés récoltés

Les valeurs du tableau 4, présentent une distribution autour de la moyenne d'abondance, soit 10 individus/mois; qui est le nombre total des individus, par rapport aux six (6) mois d'étude, ce qui correspond au mois de mars.

Tableau 4 : Les abondances absolues et relatives mensuelles des carabidés.

Mois	Abondance absolue	Abondance relative (%)
Novembre	4	6,66
Décembre	11	18,3
Janvier	7	11,6
Février	9	15
Mars	10	16,6
Avril	19	31,6
Totaux	60	100

En effet, deux groupes de valeurs sont distingués :

- Des valeurs d'abondance situées au-dessus de la moyenne, elles correspondent aux mois de décembre et avril
- Des valeurs d'abondance situées au-dessous de la moyenne, elles correspondent aux deux mois étant : novembre, janvier et février.

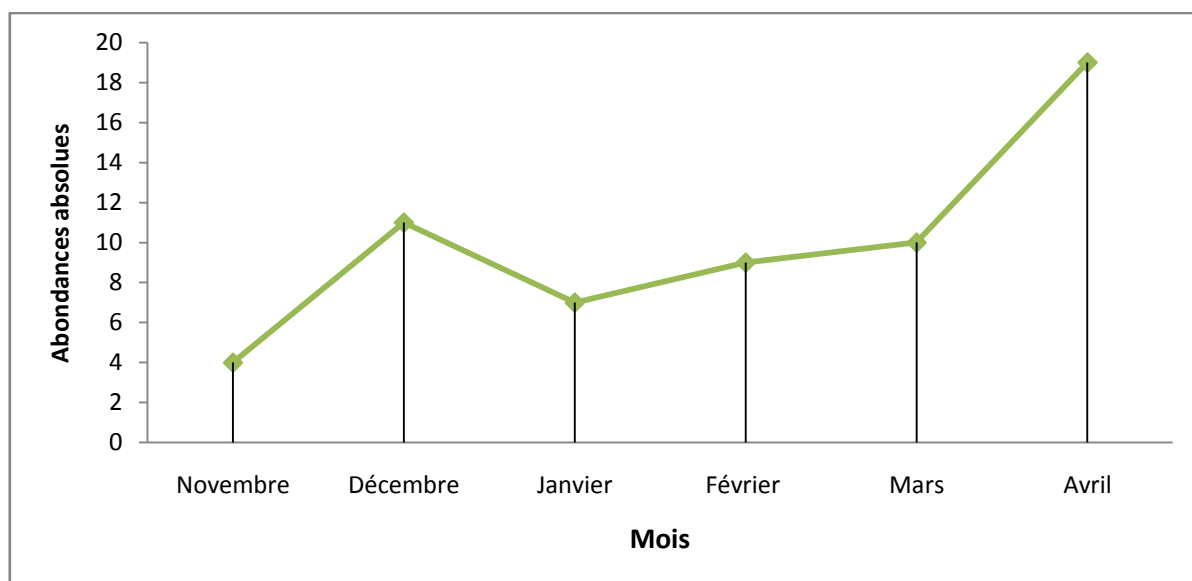


Figure 16 : Variation temporelle des abondances absolues du peuplement carabique.

Selon la figure 16, le mois d'avril représente le mois le plus abondants en carabidés, soit 19 individus (31,6%), tandis que les mois le moins abondant est le mois de novembre, soit 4 individus (6,66%).

II.2.2- L'abondance des espèces carabiques récoltées

Tableau 5 : Les abondances absolues et relatives des espèces.

Espèce	Abondance absolue	Abondance relative (%)
<i>Distichus planus</i>	24	40
<i>Licinus punctatalus</i>	19	31,66
<i>Broscus politus</i>	10	16,66
<i>Brachinus sclopeta</i>	3	5
Cicindelle indéterminé	4	6,66
Totaux	60	100

Un total de 60 individus a été récolté à la sebkhia d'Ezzemoul, l'espèce *Distichus planus* occupe la première position, avec 24 individus, soit 40% du total. En deuxième position, vient *Licinus punctatalus*, avec 19 individus, soit 31,66%. Les autres espèces : *Broscus politus*,

Brachinus sclopeta et Cicindelle indéterminé sont représentées par des effectifs très faibles ne dépassant pas 10 individus, soit 16,66%.

II.3- Analyse indicielle

II.3.1- Indice de diversité de Shannon Weaver

L'indice de Shannon Weaver est calculé pour toute la période d'étude, il est de l'ordre de 1.96 bits, cette valeur informe sur la faible diversité du peuplement carabique dans cette sebkha. En plus, les valeurs mensuelles de H' ont été aussi calculées (voir tableau 6), il en ressort que, toutes ces valeurs sont faibles, proches l'une de l'autre et varient entre 0,94 et 1,58. Des valeurs supérieures de H' ont été enregistrées dans plusieurs études réalisées dans des biotopes différents, en effet, dans des agro-écosystèmes : champ de céréales et verger de cerisiers, les valeurs enregistrées de H' sont être 2,26 et 3,79 bits (Saouache et *al.*, 2014), encore plus, l'étude menée par Ouchtati et *al.*, (2012) dans un biotope cultivé et une steppe naturelle, a apporté des valeurs de H' entre 2,95 bits et 3,54 bits. Cette différence pourrait être expliquée par les caractéristiques du milieu étudié, qui est dans le cas de la présente étude est un lac salé, donc la forte salinité, l'aridité du milieu ainsi que la faible diversité floristique sont à prendre en considération.

Tableau 6 : Les variations mensuelles de la valeur de l'indice de diversité de Shannon Weaver (H').

Mois	Novembre	Décembre	Janvier	Février	mars	Avril
Nombre d'individus (ni)	4	11	7	9	10	19
H' (bit)	1,5	0,94	1,55	1,58	1,48	1,31

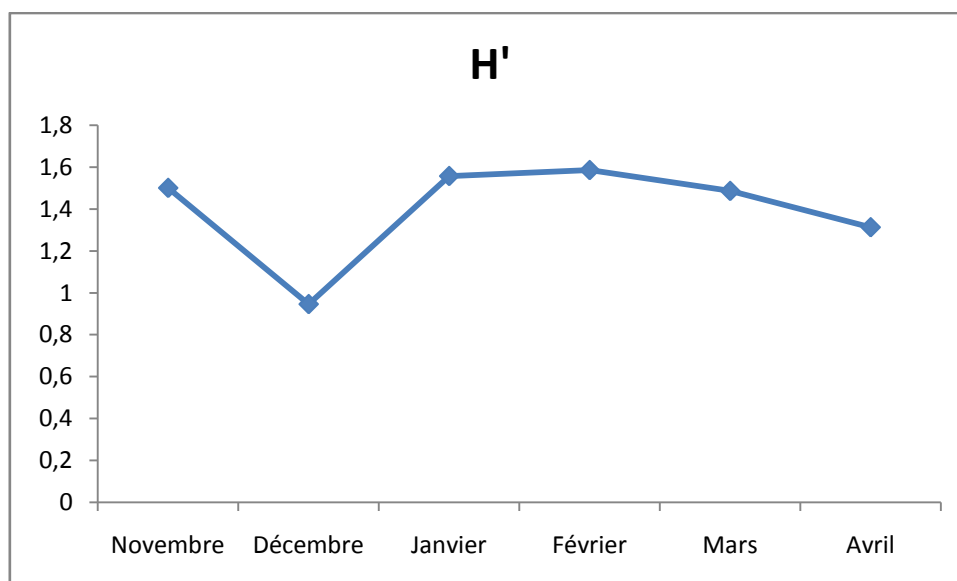


Figure 17 : Les variations de la valeur de l'indice de diversité de Shannon Weaver H' pendant 6 mois.

II.3.2- Equitabilité (équirépartition)

L'équitabilité est calculée pour toute la période d'étude, soit 0,84, donc on est en présence d'un peuplement équilibré. Les résultats de Saouache et *al.* (2014) ressemblent aux présents résultats, effectivement, le peuplement carabique est en équilibre dans les deux agro-écosystèmes étudiés (champ de céréales et verger de cerisiers), le E calculé est entre 0 et 1.

Tableau 7 : Les variations mensuelles de la valeur de l'équitabilité (E).

Mois	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Richesse spécifique (S)	3	2	3	3	3	3
E	0,94	0,94	0,98	1	0,93	0,82

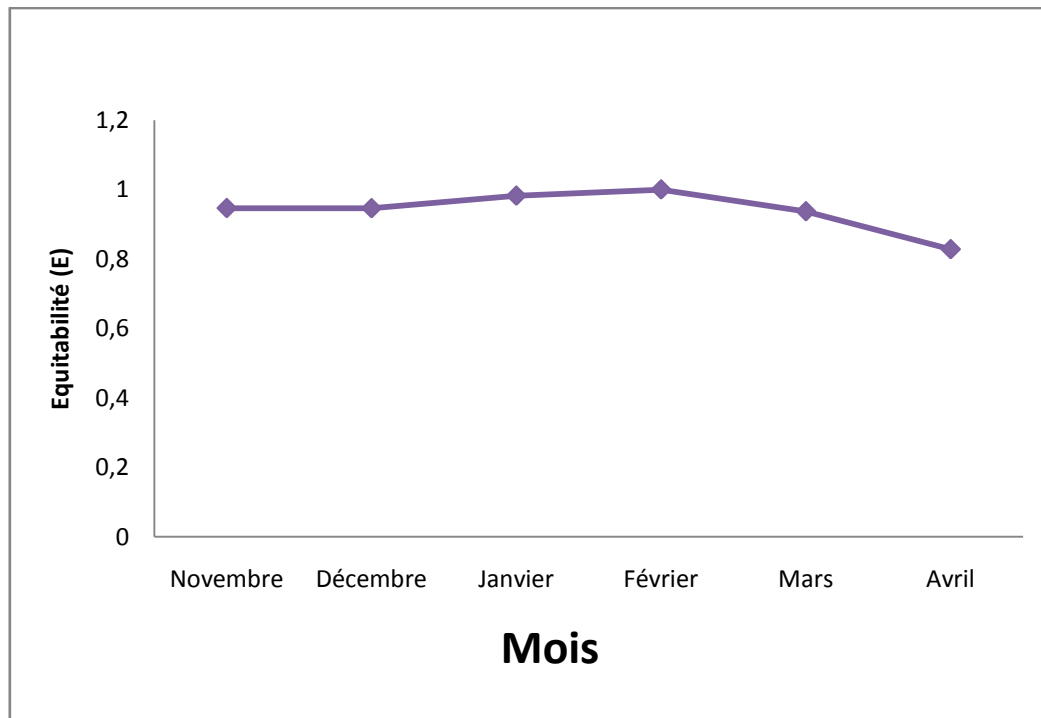


Figure 18 : Les variations d'équitabilité **E** pendant 6 mois.

II.3.3- Indice de diversité de Simpson

L'indice de Simpson est calculé pour toute la période d'étude, il est de l'ordre de 0,28, cette valeur informe sur la faible diversité du peuplement carabique dans ce milieu. Des valeurs mensuelles de D ont été calculées, il en ressort que, toutes ces valeurs sont faibles, proches l'une de l'autre et varient entre 0,16 et 0,49.

Tableau8 : les variations mensuelles de la valeur de l'indice de diversité de Simpson (D) et les valeurs de ($1-D$).

Mois	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
D	0,16	0,49	0,23	0,25	0,25	0,43
1-D	0,84	0,51	0,77	0,75	0,75	0,57

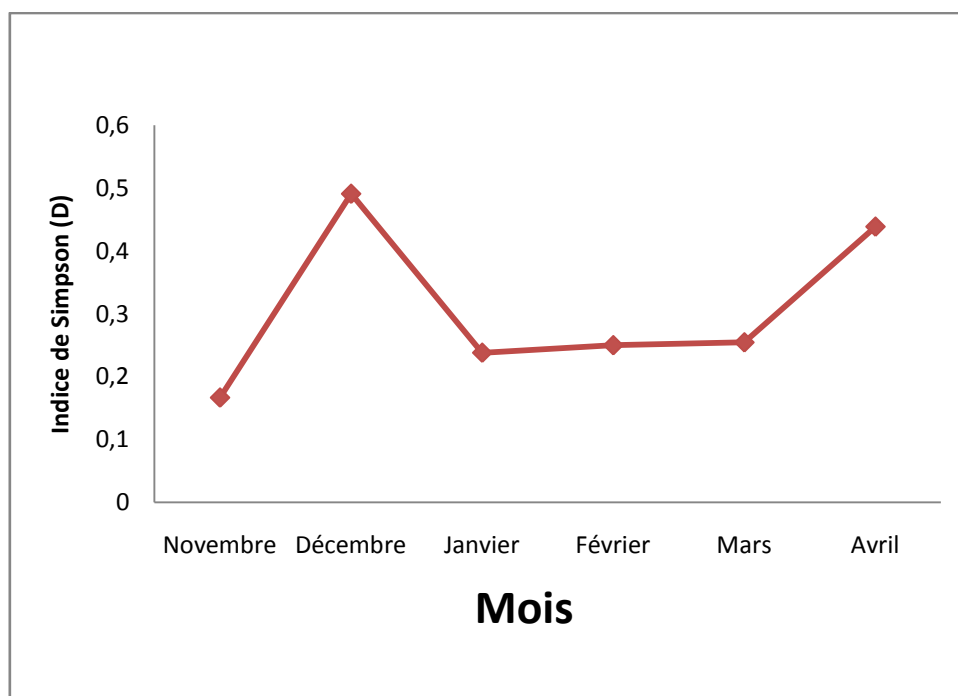


Figure 19 : Les variations de la valeur de la valeur de l'indice de diversité de Simpson (D) pendant la période d'étude.

III- La constance des espèces

Tableau 6 : La valeur de la constance (C%) pour chaque espèce.

Espèce	C%	Type de l'espèce
<i>Distichus planus</i>	83	Constantes
<i>Licinus punctatalus</i>	75	Constantes
<i>Brosicus politus</i>	5	Très Accidentelles
<i>Brachinus sclopeta</i>	8	Très Accidentelles
Cicindelle indéterminé	16	Accidentelles

Le premier niveau est constitué de deux espèces constantes présentes dans plus au égal à 50% des prélèvements, il s'agit de *Distichus planus* et *Licinus punctatalus*. Le deuxième niveau renferme une seule espèce accidentelle retrouvées dans 10 à 24% des prélèvements c'est l'espèce Cicindelle indéterminé. Le troisième niveau est formé de deux espèces très accidentelles présentes dans moins de 10% des prélèvements qui sont *Brachinus sclopeta* et *Brosicus politus*.

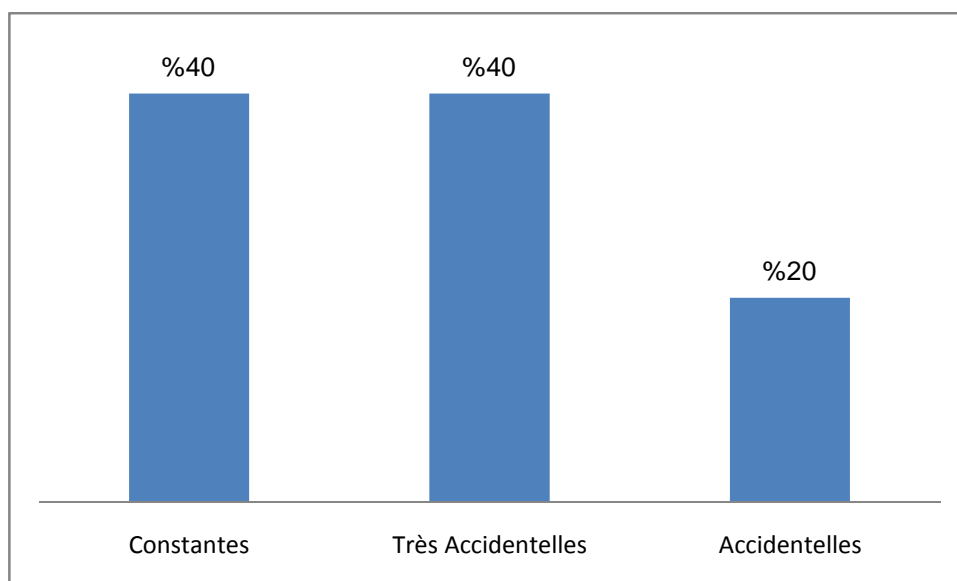


Figure 20 : Pourcentage (%) de chaque type d'espèces.

Les deux types d'espèces : constante, très accidentelle sont représentés par le même pourcentage étant 40%, alors que le type d'espèce accidentelle est représenté par une valeur moins importante, soit 20%. Du total.

IV- Comparaison des peuplements de carabidés dans les ceintures de végétation

IV.1- La variation spatiale de l'abondance

Tableau 7 : La variation spatiale de l'abondance de chaque espèce.

Espèces	Ceinture1	Ceinture2	Ceinture3
<i>Distichus planus</i>	3	8	13
<i>Licinus punctatalus</i>	15	4	0
<i>Broscus politus</i>	5	5	0
<i>Brachinus sclopeta</i>	0	0	3
Cicindelle indéterminé	0	0	4
Totaux et %	23/38,33%	17/28,33%	20/33,33%

Le nombre d'individus récoltés dans les trois ceintures de végétation individualisées dans la sebkha d'Ezzemoul diffère d'un niveau à un autre (voir tableau 7). La valeur maximale de l'abondance est notée dans la ceinture 1 à base de *Salicornia sp.* Représentant 38,33% du peuplement global suivi de la ceinture 3 à base de *juncus sp.* avec 20 individus, soit 33,33%. La ceinture 2 étant à base de *Suaeda sp.* affiche une abondance de l'ordre de 16 individus, soit 26,66% du total récolté. Une diminution d'abondances est observée plus qu'on s'approche de

la ceinture 3, cette diminution pourrait être expliquée par l'augmentation progressive de la salinité, car la ceinture 3 se situe juste aux abords de la sebkha.

IV.2- La variation spatiale de la richesse spécifique

Tableau 8 : La variation spatiale de la richesse spécifique.

Espèces	Ceinture1	Ceinture2	Ceinture3
<i>Distichus planus</i>	+	+	+
<i>Licinus punctatalus</i>	+	+	-
<i>Broscus politus</i>	+	+	+
<i>Brachinus sclopeta</i>	-	-	+
Cicindelle indéterminé	-	-	+
Totaux et %	3/60%	3/60%	4/80%

La richesse spécifique n'a pas varié beaucoup dans les trois ceintures (voir tableau 8). En effet, dans les ceintures : 1 et 2, trois espèces sont enregistrées pour chacune, soit 60% du total, alors que dans la ceinture 3, nous avons rencontré 4 espèces, soit 80%. La richesse spécifique maximale est observée dans la ceinture 3 bien qu'elle soit très proche de la sebkha, donc on peut en déduire que les espèces carabiques ont pu acquérir la capacité de vivre dans de tel milieu et deviennent des espèces ayant une grande valence écologique par rapport à la salinité.

CONCLUSION

Conclusion

La présente étude est la première étude réalisée sur la famille des carabidés dans ce biotope particulier et spécifique étant la sebkha Ezzemoule. Sa particularité revient, au premier lieu, à sa grande salinité et à ses autres caractéristiques locales à savoir le climat règnant étant aride, et au deuxième lieu, à son importance à l'échelle mondiale, après avoir été classé dans la liste Ramsar.

L'analyse de la composition faunistique de la sebkha a conduit à la détermination d'une collection de 60 individus appartenant à 5 espèces, et sont également réparties sur cinq sous familles, pendant la période d'étude allant de novembre 2016 à avril 2017. La présence d'espèces indéterminées, bien qu'il soit une seule espèce, indique que la possibilité de rencontrer de nouvelles espèces dans des milieux pareils est possible.

L'analyse de la structure et l'organisation du peuplement carabique montre que le mois de décembre est le mois le plus abondant en individus, soit 31,6% du total récolté. De même, les deux espèces les plus abondantes sont *Distichus planus* (40%) et *Licinus punctatulus* (31,66%). L'étude indicelle indique que le peuplement carabique est faiblement diversifié et équilibré.

L'analyse de la variation spatiale du peuplement carabique montre qu'il y'a une différence. Effectivement, la ceinture (3) à base de *Juncus sp.* est la plus riche en espèces, soit 80% du total, dans les deux autres ceintures, les pourcentages sont égaux, soit 60%. En contrepartie, l'abondance la plus élevée est enregistrée dans la ceinture (1) à base de *Salicornia sp.*, soit 43,33%.

Cette étude reste préliminaire, incomplète et laisse place à de nombreuses perspectives afin d'analyser avec plus de détails la structure et la bioécologie de la carabofaune. En plus, la singularité de ce type de biotopes en termes d'importance de la biodiversité qu'ils hébergent et la présence d'espèces remarquables fait que ces milieux méritent d'être protégés.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

Alderweireldt, M. Desender, K. (1990). Variation of carabid diel activity patterns in pastures and cultivated fields. 173.

B

Bornard, A., Cozic, P., Brau-Nogue, C. (1996). Diversité spécifique des végétations en alpage, influence des conditions écologiques et des pratiques écologiques. *Ecologie*, 25(2). 103-115.

Boukli-Hacene, S. Hassaine, K. (2010). Apport à la connaissance de la bioécologie des coléoptères des milieux salés et humides de l'ouest algérien. Acte de la CIFE VI, travaux de l'institut scientifique, série zoologie, 47 (3), 31-36.

Boukli-Hacene, S., Hassaine, K., Ponel, P. (2011). Les peuplements des coléoptères du marais salé de l'embouchure de la tafna (Algérie). *Rev.écol. (terre vie)*, 66, 1-15.

Boulinier, T., Nichols, J.D., Sauer, J.R., Hines, J.E., Pollock, K.H. (1998). Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. *Ecology* 73 (3) the Ecological Society of America. 1018.

Brandmayr, P. Zetto-Brandmayr, T. (1979). The evolution of parental care phenomena in pterostichine ground beetles with special reference to the genera *Abax* and *Molops* (Col Carabidae).

Brunsting, A. Heesen, H. (1984). Density regulation in the carabid beetle *pterostichus oblongopunctatus*. *Journal of animal ecology*, 53. 751-760.

C

Capinera, J. (2008). *Encyclopedia of entomology*. Springer science et business.

Crowson, R.A. (1981). *The Biology of the coléoptera*. London.

D

Daget, J. (1979). *Les méthodes mathématiques en écologie*. Ed. Masson, Coll.n°8, Paris.

Dajoz, R. (1985). *Précis d'écologie*. 5^{ème} édition, Ed. Dunod, Paris. 505.

Dajoz, R. (2002). *Les coléoptères carabidés et ténébrionidés*. *Ecologie et biologie*, Tec & Doc Paris. 522.

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

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

F

Faurie, C., Ferra, CH., Medori, P., Devaux, J. (1998). Ecologie approche scientifique et pratique. 4^{ème} édition, Ed. Lavoisier Tec& Doc. Londres, Paris, New York. 399.

Faurie, C., Ferra, Ch., Medori, P., Devaux, J., Hemptienne, J-L. (2003). Ecologie, Approche scientifique et pratique. 5^{ème} édition, Ed. Lavoisier Tec & Doc. 407.

J

Jeannel, R. (2007). Faune de France coléoptères carabiques 1^{er} part. Paul le chevalier et fils 12, Rue de Tournon 1941, Paris.

L

La direction générale des forets(D.G.F) (2004).

Lambeets, K., Hendrickx, F., Vanacker, S., Vanlooy, K., Maelfait, J.P., et Bonte, D.(2008).Assemblage structure and conservation value of spiders and carabid beetles from restored lowland river banks. Biodiversity and conservation,17.3133-3148.

Le Roux, V., Martin, L., Decocq, G. (2012). Les carabes : un modèle biologique pour les continuités écologiques. DIVA 3 « Continuités écologiques dans les territoires ruraux et leurs interfaces », Bourg-en-Bresse.

Leveque, Ch. (2001). Ecologie de l'écosystème à la biosphère. Ed. Dunod, Paris.

502.

Luff, Ml. (1987). Biology of polyphagous ground beetles in agriculture. Agric,2001.

M

Melnynchuk ,N.A., Qlfert,O., Youngs ,B., et Gillot ,C.(2003).Abundance and diversity of carabidae (coleoptera) in different farming systems.Agriculture Ecosystems and environment,95.69-72.

Mokrani, D. (2011). Contribution a la conservation du flamant rose phoenicopterus roseus ; caractérisation des milieux utilises et évaluation de l'impact antropique sur le complexe de

zone humide des hauts plateaux du nord-est algérien. Mémoire Magister non publiée, Université El-Hadj Lakhdar-Batna.

N

Nicholas, J.D ., Boulinier, T ., Hines, J.E ., Pollack, K.H ., Sauer, J.R. (1998).

Estimating rates of local species extinction, colonization and turnover in animal communities- Ecological applications. Ecological Society of America, 8 (4). 1213.

Noonan, G. (1985).The influences of dispersal,vicariance and refugia of on patterns of biogéographical distributions of the family carabidae, taxonomy, phylogeny of beetles and ants, dordrecht.

O

Ouchtati, N., Doumandji, S.,et Brandmayr, P.(2012) .Comparaison of ground beetle (coleoptera :carabidae) assemblages in cultivated and natural steppe biotopes of semi-arid region of Algeria .African Entomology,20 (1),134-143.

Ouchtati , N., Saouache, Y., et Doumandji , S .(2012).

P

Paulian, R. (1988). Biologie des coléoptères .Paris .719 .

R

Ramade, F. (1984). Eléments d'écologie : écologie fondamentale. Ed. McGraw et Hill, Paris.576.

Ramade, F. (2003). Elément d'écologie écologie fondamentale. 3ème édition, Ed. Dunod, Paris. 690.

Resdea,E. (1994) . Population dynamics of leumostenus schreibersi (carabidae) in a cave in carinthia (austria).

S

Samraoui, F. (2005). Ecologie de la reproduction de la foulque macroule dans l'étang de Timerganine. Mémoire Magister non publiée, Centre universitaire d'Oum El Bouagui.

Saouach, Y., Doumandji, S., Ouchtati, N. (2014). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) assemblages in two agricultural landscapes in North-Eastern Algeria. Ecologia mediterranea, 40 (2), 5-16.

Southwood, T.R.E. (1978). Ecological méthodes with particular référence to the study of insect population .Ed. Chapman et Hall, 2^{ème} édition. 524.

Stewart, P. (1969). Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. El-Harrach, Alger. 24-25.

Symondson, W. (2004). Naturel enemies of terrestriale molluscs.

T

Thiele,H-U.(1977) .Carabid beetles in their environnements. Berlidheidelberg :Springer-Verlag.

Trautner,J. et Geigenmuller,N.(1987).Tiger beetles and ground .Illustrated key to cicindellidae and carabidae of Europe .Ed . Josef Margraf Publisher ,Germany.14.
