

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**Université de Ghardaïa**

N° d'ordre :

N° de série :

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

Département de Biologie

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Domaine :** Sciences de la nature et de la

vie **Filière :** Ecologie et environnement

**Spécialité :** Ecologie

**Par: MEKKI Laila**

**MAAMAR Yamina Aziza**

**Thème**

**Contribution à l'étude des macro  
invertébrées benthiques dans quelques  
hydrosystèmes de la région de Ghardaïa**

**M. AOUADI Abd El Hafid**

Maître de Conférences B

Univ. Ghardaïa

**Président**

**M. KHELLAF Khoudir**

Maître de Conférences B

Univ. Ghardaïa

**Encadreur**

**M. GHAZI Cherif**

Maître de Conférences B

Univ. Ghardaïa

**Co-Encadreur**

**M. BOUNAB Choayb**

Maître de Conférences B

Univ. Ghardaïa

**Examineur**

### *Remerciements:*

*Avant d'exposer et explicité le contenu de ce travail, permettez-nous tout d'abord, de remercier très sincèrement en premier lieu DIEU le tout puissant de nous avoir aidé et donné la volonté et la santé pour achever ce modeste travail.*

*À cet égard, je ne peux qu'exprimer mes sincères remerciements et ma gratitude à mon estimé professeur, le Dr Cherif Ghazi, Maitre de Conférences B. à l'Université de Ghardaïa et M. KHELLAF Khoudir Maitre de Conférences B. à l'Université de Ghardaïa d'avoir proposé ce thème et d'accepter de nous encadrer aussi pour ses aides, ses orientations, ses conseils pertinentes et ses critiques constructives.*

*Nous tenons à remercier vivement les membres du Jury qu'ils ont accepté d'évaluer notre travail; M. BOUNAB Choayb. Maitre de Conférences B. à l'Université de Ghardaïa et M. AOUADI Abd El Hafid Maitre de Conférences B. à l'Université de Ghardaïa.*

*Je remercie le comité de discussion et tout le personnel et les administrateurs de l'Université de Ghardaïa, et je remercie également tous ceux qui ont eu du soutien et de l'aide pour mener à bien ce travail de près ou de loin...*

# Dédicace



*A ma mère et mon père, à qui mes prières ont accompagné ma vie, à ma chère mère, à qui était mon aide et mon soutien, à ceux qui étaient fatigués et ont enduré les épreuves de la vie pour moi, mon cher père, à mes frères et sœurs Mehoub, Moufida, Hadjer, Khadidja, Chaima et Iman et mon frère Abd al-Samad, que Dieu lui fasse miséricorde.*

*A mon grand-père, que Dieu le préserve, à toute ma famille, petits et grands. À tous ceux qui avaient une place dans mon cœur, à tous ceux qui m'ont aidé, même avec un mot gentil, à tous ceux qui ont laissé leur empreinte dans ma vie.*

*Je n'oublie pas non plus les chers amis de toute une vie, qui ont été mon ombre et mon espoir, mes amis : Omlkhier, Amina et Nerdjis.*

**Laila**



# Dédicace



*Je dédie ce mémoire a :*

*Mes très chers parents Saïd et Talia en signe de ma profonde et affectueuse reconnaissance pour toute l'aide et les conseils qu'ils ont bien voulu m'apportés. Et j'ai prié Dieu de les protéger, de les perpétuer et de guérir mon père.*

*Ma très cher grande mère.*

*Mes très chère sœur Ahlam et Soulaf.*

*Ma très chère frère Mohamed et Yacine et Ahmed.*

*Mes très chères cousines Douaa et Ritaj.*

*Mes très chères tantes et oncles.*

*Mes chères amies Ikram, Amira, Chaima et Aicha.*

*Les écologues de ma promotion : Laila, Oum elkhir, Nerdjes.*

*Tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin.*

**Yamina Aziza**



## Résumé

Le présent travail a été porté sur l'inventaire écologique et la distribution spatio-temporelle des macros invertébrés dans la région du M'Zab. Pour atteindre notre objectif, deux sites ont été prospectés à savoir la partie aval sise à l'Atteuf et la partie centrale du Oued M'Zab située à Bounoura où l'échantillonnage a été réalisé en mars et juin 2021 à l'Oued M'Zab (Ghardaïa). Deux moyens ont été utilisés pour la collecte de macros invertébrés. Il s'agit du filet Suber et les pièges artificiels avec substrats (sable, roché, galet, végétation) et substrat solide. Les résultats de cet inventaire des macros invertébrés nous a permis de recenser 1315 individus de différents stades phénologiques (adultes, larves et nymphes) répartis en 18 taxons dans les deux stations différentes, Elle est représentée par des insectes dont les Chironomidae et Crustacée sont nettement dominants. Le calcul de l'abondance, la fréquence, la répartition de la faune aquatique montre qu' 'Oued M'Zab (Bounoura, El Atteuf) regroupe une faune variée, le substrat artificiel végétatif est plus efficace par rapport à l'autre substrat artificiels et les deux méthodes sont mieux efficaces si sont appliquées parallèlement.

**Mots clés :** macros invertébrés, filet Suber, substrats artificiels, faune benthique, Oued M'Zab, Ghardaïa.

## **Abstract**

This work focused on the ecological inventory and the spatio-temporal distribution of invertebrate macros in the M'Zabregion (Ghardaïa). To achieve our goal, Two sites have been surveyed: the El Atteuf downstream part and the Oued M'Zab central part wich located in Bounoura, where the sampling was carried out in March to June 2021 and Two methods were used for collecting invertebrate macros. For that, we used the Suber net and the artificial traps with substrates (sand, rock, cobble, vegetation) and solid substrate. The results of this invertebrate macros inventory allowed us to identify 1315 individuals of different phrenological stages (adults, larvae and nymphs) divided into 18 taxa in the two different stations and it is represented by insects whose Chironomidae and Crustacean are clearly dominant. The calculation of the abundance, the frequency, the distribution of the aquatic fauna shows that Oued M'Zab (Bounoura, El Atteuf) includes a varied fauna, the artificial vegetative substrate is more efficient compared to the other artificial substrate and both methods are better effective if applied in parallel.

**Keywords:** invertebrate macros, Suber net, artificial substrates, benthic fauna, Oued M'Zab, Ghardaïa.

## الملخص :

في هذا العمل قمنا بدراسة التوزيع المكاني الزمني لللافقاريات أو الحيوانات القاعية في واد مزاب (غرداية). و قد أجريت هذه الدراسة بين شهري مارس ويونيو في وسط الوادي (بنورة) والجزء السفلي من هذا الواد بمنطقة العطف و هذا لتوفير بعض المعلومات عن إيكولوجيا الأصناف الحيوانية المائية وتوزيعها الزمني المكاني في هذه المنطقة. و للوصول الى هدفنا تم جمع العينات من اللافقاريات الكبيرة باستخدام شبكة سربير واربعة أنواع من الركيزة الاصطناعية (الرمل ، الصخور ، الحصى ، الغطاء النباتي) والركيزة الصلبة مع المعالجة اليدوية. و قد مكنتنا دراستنا هذه من التعرف على مجموعة حيوانية مكونة من 1315 فردًا مقسمة إلى 18 نوعًا في محطتين مختلفتين ، ويمثلها البالغون واليرقات والحورية من الحشرات التي يسودها بشكل واضح الكيرونوميدي والقشريات. و قد اظهرت نتائج حساب وفرة وتكرار وتوزيع الحيوانات المائية أن "وادي مزاب" (بنورة ، العطف) يجمع بين مجموعات متنوعة من هذه الحيوانات ، كما إن الركيزة الاصطناعية للغطاء النباتي تكون أكثر فاعلية مقارنة بالركيزة الاصطناعية الأخرى مع ان الطريقتان أكثر فاعلية إذا تم تطبيقها بالتوازي.

**الكلمات المفتاحية:** اللافقاريات الكبيرة ، شبكة سوبر ، ركائز اصطناعية ، حيوانات قاعية، وادي مزاب، غرداية.

## TABLE DE MATIERES

Remerciements.....	I
Dédicace.....	II
Résumé.....	V
Liste des tableaux.....	VIII
Liste des figures.....	IX
Introduction.....	1
Chapitre I Matériels et Méthodes	
I. Présentation de la région de Ghardaïa .....	6
I.1. Situation géographique de la région de Ghardaïa .....	6
I.2. Climat de la région.....	6
I.2.1. Pluviométrie .....	7
I.2.2. Température .....	7
I.1.3. Vents.....	8
I.2.4. Humidité relative.....	9
I.2.5. Insolation .....	9
I.3. Synthèse bioclimatique .....	9
I.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnoles et Gausson .....	9
I.3.2. Climagramme d'Emberger .....	10
I.4. Géomorphologie, pédologie et géologie de Ghardaïa.....	11
II. Choix et description des sites d'étude .....	12
II.1. Caractéristiques des stations de l'échantillonnage .....	13
III. Technique d'échantillonnage des macros invertébrées benthiques .....	14
III.1. Substrat artificiel .....	14
III.2. Filet suber.....	15

IV. Conservation des échantillons .....	16
V. Tri et identification des macros invertébrées .....	16
VI.Méthode d'étude des peuplements benthiques .....	17
VI.1.Indice de structure et d'organisation de peuplements .....	17
VI.1.1.Abondance relative (Ar).....	17
VI.1.2.Fréquence d'occurrence des espèces.....	17
VI.1.3.Indice de similitude des peuplements (Indice de Sorensen).....	17
VI.2.Indice de diversité de peuplements .....	17
VI.2.1. Richesse spécifique (richesse taxonomique).....	18
VI.2.2.Richesse spécifique moyenne (Sm).....	18
VI.2.3.Indices de de Schannon-Weaver H', l'équitabilité:.....	18
Indice de Shannon-Weaver H': .....	18
VII.Analyse statistique.....	18

## Chapitre II résultats et discussion

I.Etude écologique de la faune macro invertébrées dans la région de Ghardaïa .....	20
I.1. Inventaire globale des macro invertébrés recensés .....	20
I.2.Variation des indices écologique en fonction des stations d'études .....	22
I.2.1.Indice de structure et d'organisation des populations .....	22
I.2.2.Indices de diversité des peuplements (richesse taxonomique, Indice de diversité de Shannon H' et L'équitabilité) .....	23
I.3.Variations des indices écologiques en fonction des types d'habitats .....	24
I.3.1.Indice de structure et d'organisation des populations .....	24
I.3.2.Indices de diversité des peuplements (La richesse taxonomique, Indice de diversité de Shannon h' l'équitabilité).....	25
I.4Variation des indices écologique en fonction des mois .....	26
I.4.1.Indices de structures et d'organisation des populations .....	26
I.4.2.Indices de diversité des peuplements (La richesse taxonomique, Indice de diversité de Shannon h' l'équitabilités) .....	27

II. Discussions.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.1. Variations des indices écologiques en fonction des sites d'études.....	28
II.2. Variation des indices écologiques en fonction des tempes.....	29
II.3. Variation des indices écologiques en fonction du temps.....	31
Conclusion .....	33
Références bibliographies .....	36

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau</b>		<b>Page</b>
<b>01</b>	Données climatiques de la région de Ghardaïa pour l'année 2020	<b>09</b>
<b>02</b>	Géomorphologie et pédologie de la région d'étude (Ben Brahim,2018).	<b>12</b>
<b>03</b>	Caratéristique des sites d'échantillonnage.	<b>14</b>
<b>04</b>	Liste taxonomique des macro invertébrés recensés dans les deux hydrosystèmes étudiés.	<b>20</b>
<b>05</b>	Variation spatiale de l'abondance relative, constance et échelle de constance des populations de macro invertébrés recensés dans les deux stations d'étude.	<b>23</b>
<b>06</b>	Variation de l'abondance relative, constance et échelle de constance des populations de macro invertébrés recensés en fonction des différents types d'habitats étudiés	<b>24</b>
<b>07</b>	Variation de l'abondance relative, constance et échelle de constance des populations de macro invertébrés recensés en fonction des différents types d'habitats étudiés	<b>25</b>
<b>08</b>	Variation de l'indice de similitude de Sorensen (Qs), calculé suivant la composition de peuplement des macros invertébrés recensés en fonction des types d'habitats.	<b>25</b>
<b>09</b>	Variation des indices de diversité des peuplements de macro invertébrés recensés en fonction des différents types d'habitats étudiés.	<b>26</b>
<b>10</b>	Variation de l'abondance relative, constance et échelle de constance des populations de macro invertébrés recensés en fonction des mois d'étude	<b>27</b>
<b>11</b>	Variation des indices de diversité des peuplements de macro invertébrés recensés en fonction des mois d'étude	<b>28</b>

## LISTE DES FIGURE

<b>N°</b>	<b>Titres</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Limites administratives de la wilaya de Ghardaïa (Atlas Ghardaïa, 2014).	<b>06</b>
<b>02</b>	Etage bioclimatique de la région de Ghardaïa selon le climagramme d'EMBERGE	<b>07</b>
<b>03</b>	Précipitations moyennes mensuelles de la région de Ghardaïa en 2020 (info climat 2020).	<b>08</b>
<b>04</b>	Température minimale, maximale et moyenne de la région de Ghardaïa en 2020 (info climat, 2020)	<b>08</b>
<b>05</b>	Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen appliqué à la région Ghardaïa (2020).	<b>10</b>
<b>06</b>	Carte des Eres et des époques géologiques de la région de Ghardaïa (modifiée par Chenini et Elgueroui, 2019).	<b>12</b>
<b>07</b>	Carte d'occupation la vallée de M'Zab (Achour, 2013)	<b>13</b>
<b>08</b>	Schéma d'un piège artificiel	<b>15</b>
<b>09</b>	Pièges artificiels avec différents types de substrats (A: Sable; B: Galets; :C: Végétations; D: Rochets)	<b>15</b>
<b>10</b>	Photo d'un filet Suber	<b>10</b>

# Introduction

## **Introduction**

L'eau est une ressource naturelle indispensable à la vie dans tout écosystème. Le maintien de sa qualité est une préoccupation majeure pour une société qui doit subvenir à des besoins en eau de plus en plus importants et ce tant du point de vue quantitatif que qualitatif. Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques. Ils jouent des rôles essentiels dans la conservation de la biodiversité, dans le fonctionnement des organismes et dans le cycle de matière organique (Djemali et Rahali, 2019).

L'abondance des formes de vie dans ces écosystèmes est étonnante : bactéries, plantes, insectes, crustacés, mollusques, amphibiens, poissons, oiseaux, mammifères... ce qui les rend un fabuleux réservoir de biodiversité. Elles offrent aux organismes qui y sont inféodés les facteurs essentiels à leur vie (Djamai, 2020). Représentant une part importante de la biocénose aquatique, les macros invertébrées benthiques d'eau douce ou macro invertébrés dulcicoles font partie du benthos, c'est à dire qu'ils vivent au fond des ruisseaux, des lacs, et des marais. Leur habitat est fait de matière submergée comme de la litière, des branches, des débris de bois (Sanogo, 2014). D'un point de vue écologique, ils participent au recyclage du carbone organique à travers leur implication dans certaines fonctions éco-systémiques telles que la décomposition de la litière. Ce sont des organismes que l'on peut voir à l'œil nu car ils mesurent au moins 3 à 5 mm au dernier stade de leur développement (Cummins, 1975). Ces organismes aquatiques sont surtout des insectes sous la forme de larves et de nymphes. Ils comprennent aussi des vers, des mollusques et des crustacés. Ces organismes constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques, puisqu'ils constituent une source de nourriture primaire pour plusieurs espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux (Moisan et Pelletier, 2008). Ils sont reconnus pour être de bons indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques en raison de leur sédentarité, de leur cycle de vie varié, de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat. Ils représentent de ce fait, un important groupe parmi les groupes faunistiques des écosystèmes aquatiques. De plus, bon nombre d'entre eux sont reconnus comme hébergeant des stades de vie de certains parasites humains et animaux. L'étude de leur écologie s'avère donc nécessaire, (Sanogo, 2014).

Malgré l'importance des macro-invertébrées dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques d'une part et leur implication dans l'évaluation de la qualité biologique des eaux courantes, la recherche en écologie sur les invertébrés dans les écosystèmes aquatiques continentaux de l'Algérie surtout dans la région saharienne était rare et incomplète jusqu'aux années 1980 (Benzina, 2018). Ce n'est qu'après les années 1980 que plusieurs travaux ont été réalisés dans différentes parties du pays. Les principaux travaux connus sont ceux de Gagneur et *al.*, (1986) sur les Oligochètes d'Algérie, Lounaci (1987) sur la faune des cours d'eau d'Oued Aissi, Gagneur Et Clergue-Gazeau (1988) sur les Diptères Simuliidae d'Algérie, Gagneur Et Thomas (1988) sur les Ephéméroptères d'Algérie, Arab (1989) sur les macro invertébrés d'Oued Chiffa et Mouzaia, Gagneur Et Aliane (1991) sur les Plécoptères de la Tafna, Moubayed et *al.*, (1992) sur les Diptères Chironomidae d'Algérie, Lounaci (1996) sur les macro invertébrés du réseau hydrographique du Sebaou Et Thomas (1998) sur les Ephéméroptères d'Algérie, du Maroc et de Tunisie, Samraoui Et Menai (1999) sur les Odonates d'Algérie, Lounaci et *al.*, (2000) sur la qualité biologique du réseau hydrographique du bassin versant de la Soummam (nord de l'Algérie), Bebba et *al.*, (2015) sur le peuplement d' Ephéméroptères de l'oued Abdi, Bouchelouche et *al.*, (2015) sur la déterminants du statut et de l'environnement de la distribution des Odonates de Wadi Isser (Kabylie, Algérie ), Sellam Et *al.*, (2016) sur l'utilisation des Coleoptera, Ephemeroptera et Diptera comme bioindicateurs de la qualité des eaux de quelques Oueds en Algérie, Belhaouari et *al.*, (2017) sur l'utilisation des macro-invertébrés benthiques et des macrophytes pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau de l'Oued Chlef, Benzina et *al.*, (2018), sur les Diptères: Chironomidei du Nord Est d'Algérie.

Notre étude s'est intéressée à la méthode biocénotique et plus exactement celle fondée sur l'ensemble des macro-invertébrés benthiques connus comme bio-indicateur (Angelier, 2000).

L'objectif de notre étude est de faire l'inventaire et la mise en évidence de la répartition de la faune recensée en relation avec l'habitat pour une meilleure connaissance de l'écologie des espèces et leur distribution réaliser pour la structuration des macro invertébrés des différents plans d'eau à Ghardaïa à l'aide d'un filet Suber et de substrats artificiels dans cinq habitats (sable, roché, galet, végétation, substrat solide).

Cette étude est une contribution à la connaissance de la biodiversité des cours d'eau de Ghardaïa (Oued M'Zab).

Ce travail s'articule sous les chapitres suivants :

- Dans le premier chapitre nous avons présenté une synthèse bibliographique sur la région de Ghardaïa, la localisation et ses caractéristiques générales, et la présentation du matériel et des méthodes utilisées pour faire l'inventaire écologique et la distribution spatio-temporelle des macros invertébrées dans la région de Ghardaïa.
- Le troisième chapitre est réservé pour le traitement des résultats obtenus des analyses écologiques des macro-invertébrés (différents indices écologiques) dans la région de Ghardaïa
- En fin, nous finirons ce mémoire par une conclusion générale qui synthétise ou résume les résultats obtenus et les recommandations que nous avons jugé utiles pour la suite du travail.

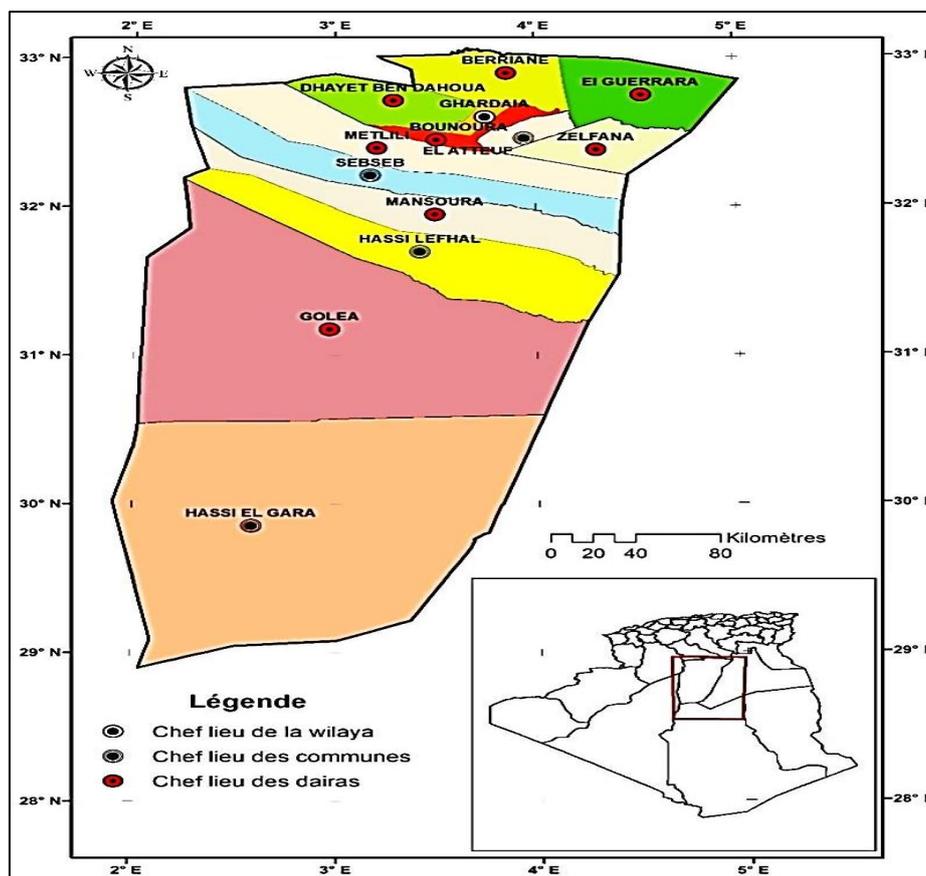
# **Chapitre 1:**

## **Matériel et Méthodes**

## I. Présentation de la région de Ghardaïa

### I.1. Situation géographique de la région de Ghardaïa

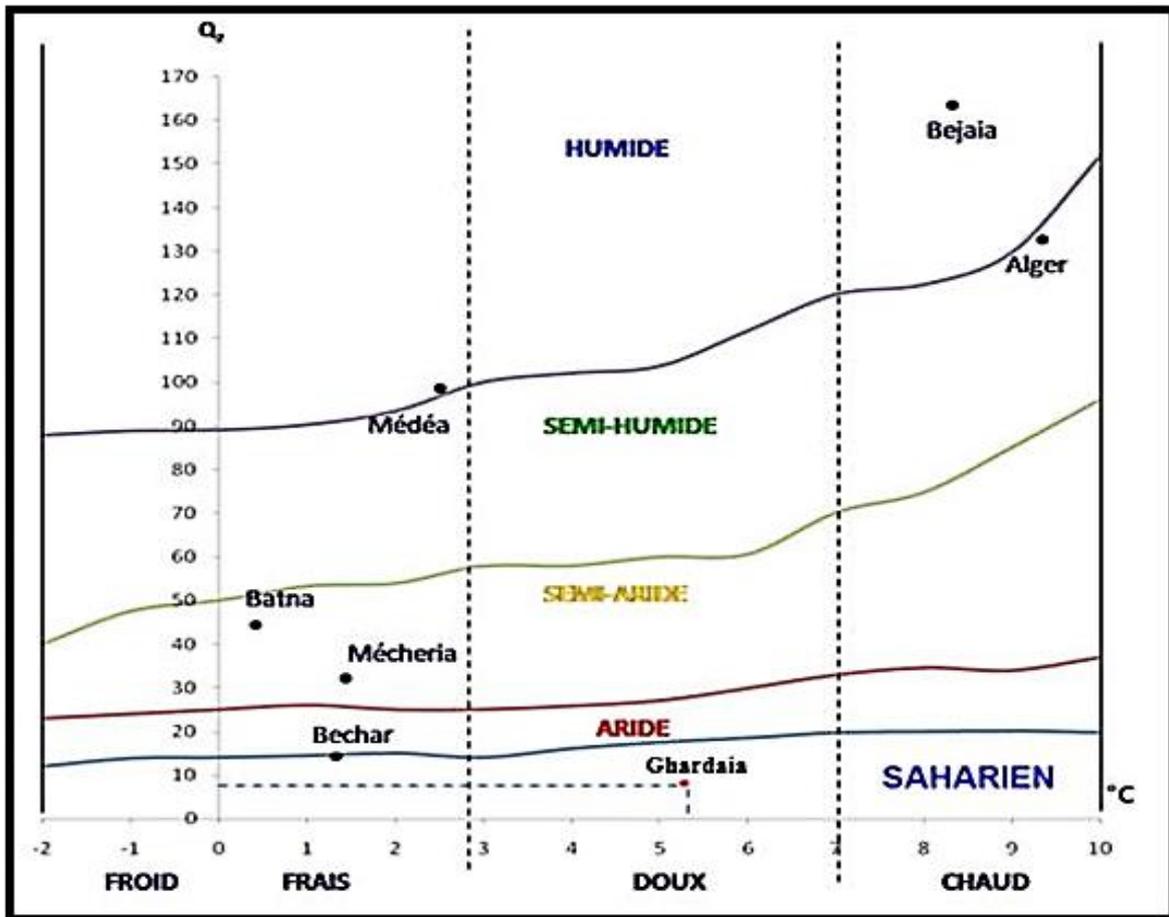
La wilaya de Ghardaïa se situe au centre de la partie nord du Sahara algérien. À environ 600 Km au sud de la capitale du pays, Alger. Administrativement, cette wilaya comporte actuellement 8 communes regroupées en 7 Dairas pour une population de 396.452 habitants, soit une densité de 4,68 habitants/ km<sup>2</sup> (D.P.A.T, 2009). Ses coordonnées géographiques sont : altitude 480 m, latitude 32° 30' Nord et longitude 3° 45' Est (**Figure 1**). Cette wilaya couvre une superficie de 86560 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Laghouat (200 Km); au Nord Est par la wilaya de Djelfa (300 Km) ; à l'est par la wilaya d'Ouargla (200 Km) ; au Sud par la wilaya de Tamanrasset (1.470Km) ; au Sud- Ouest par la wilaya d'Adrar (400 Km) et à l'Ouest par la wilaya d'El-Bayad (350 Km) (Dahou, 2014).



**Figure 1:** Limites administratives de la wilaya de Ghardaïa (Atlas Ghardaïa, 2014).

### I.2. Climat de la région

La région de Ghardaïa est caractérisée par un climat aride saharien (**Figure 2**), mais la présence d'une végétation abondante peut modifier localement les conditions climatiques.



**Figure 2:** Etage bioclimatique de la région de Ghardaïa selon le climagramme d'EMBERGE

### I.2.1. Pluviométrie

D'après info climat 2020 à Ghardaïa, les précipitations sont très faibles et irrégulières, elles varient entre 0 mm à 5.30 mm entre les mois de février et avril et entre 9 mm et 12 mm pendant la période de mai et de décembre (**Figure 3**). Les pluies sont généralement torrentielles et durent peu de temps.

### I.2.2. Température

Elle est très différente entre le jour et la nuit, l'été et l'hiver. La période chaude commence au mois de mai jusqu'au mois de septembre. La température moyenne enregistrée au mois de juillet est de 34,5 °C et la température maximale de cette période est 40,5 °C. Pour la période hivernale, la température moyenne enregistrée au mois de janvier ne dépasse pas 11 °C et la température minimale de cette même période est 5,5 °C (**Figure 4 et Tableau 01**).

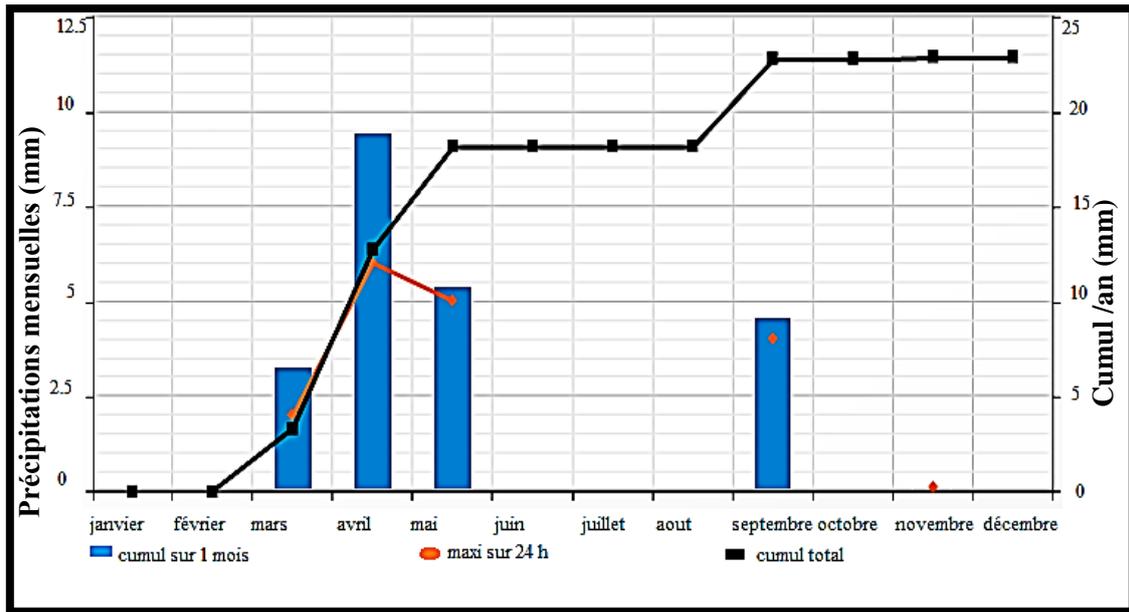


Figure 3 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Ghardaïa en 2020 (info climat 2020).

### I.1.3. Vents

Pendant certaines périodes de l’année, en général en mars et avril, on assiste au Sahara à de véritables tempêtes de sable. Les vents dominants d’été sont forts et chauds tandis que ceux d’hiver sont froids et humides. Les vents de sable sont très fréquents dans la région d’El-Menia surtout pendant le printemps. Pour ce qui est du Sirocco, dans la zone de Ghardaïa on note une moyenne annuelle de 11 jours/an pendant la période qui va du mois de mai à septembre (Tableau 1).

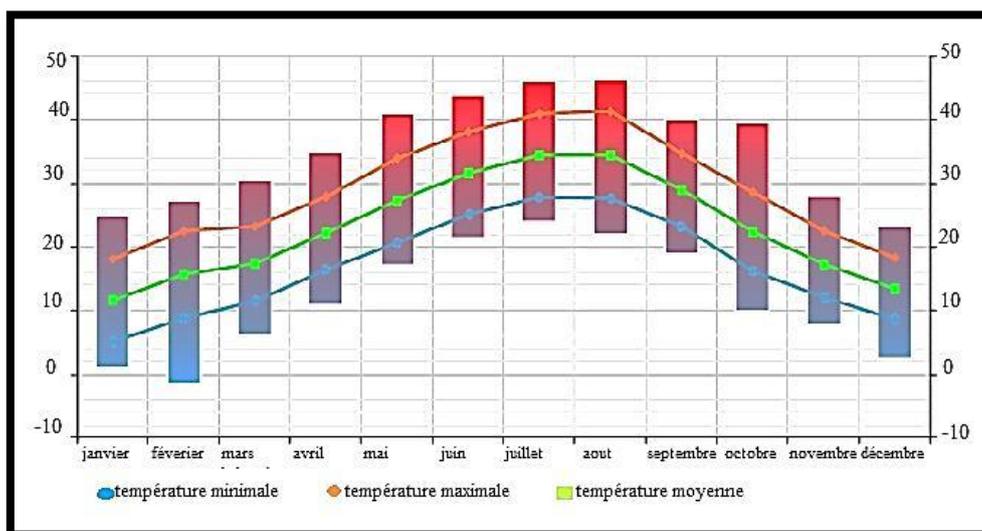


Figure 4: Température minimale, maximale et moyenne de la région de Ghardaïa en 2020 (info climat, 2020)

### I.2.4. Humidité relative

L'humidité relative de l'air est très faible. Elle est de l'ordre de 25 % en mois de juillet et atteignant un maximum de 47 % en mois de janvier (**Tableau 01**).

### I.2.5. Insolation

L'ensoleillement est considérable dans la région de Ghardaïa, car l'atmosphère présente une grande pureté durant toute l'année. Le degrés-jours de climaticien est 500 heures/an dans le mois de juillet et est 155 heures/an dans le mois d'octobre (Info climat, 2020).

## I.3. Synthèse bioclimatique

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres (Dajoz, 1985). Il est par conséquent important d'étudier l'impact de la combinaison de ces facteurs sur le milieu. Pour caractériser le climat de la région de Ghardaïa et préciser sa localisation à l'échelle méditerranéenne.

**Tableau 1:** Données climatiques de la région de Ghardaïa pour l'année 2020

Mois	T min (C°)	T max (C°)	T moy (C°)	H (%)	P (mm)	V.V (km/h)
<b>Janvier</b>	<b>10</b>	17	13	47	1	15
<b>Février</b>	14	22	18	40	1	16
<b>Mars</b>	15	29	19	46	23	14,17
<b>Avril</b>	20	27	24	39	11	26
<b>Mai</b>	23	34	28	31	1	26
<b>Juin</b>	27	38	32	29	1	23
<b>Juillet</b>	30	<b>40</b>	35	25	4	17
<b>Août</b>	28	44	35	26	1	17
<b>September</b>	25	38	30	41	15	17
<b>October</b>	18	28	23	45	2	19
<b>Novembre</b>	14	22	18	55	4	19
<b>Décembre</b>	9	18	14	63	1	23

### I.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnoles et Gausson

Le tableau ci-dessus présente les données de précipitations et de températures mensuelles pour l'année 2020. A partir de ces données, on peut établir la courbe pluviométrique dont le but de déterminer la période sèche de la région de Ghardaïa.

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson ci-dessous (**Figure 5**) permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique.

- En abscisse par les mois de l'année.
- En ordonnées par les précipitations en mm et les températures moyennes en ° C.
- Une échelle de  $P = 2T$ .
- L'aire comprise entre les deux courbes représente le période sèche. Dans la région de Ghardaïa, nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année (Figure 06).

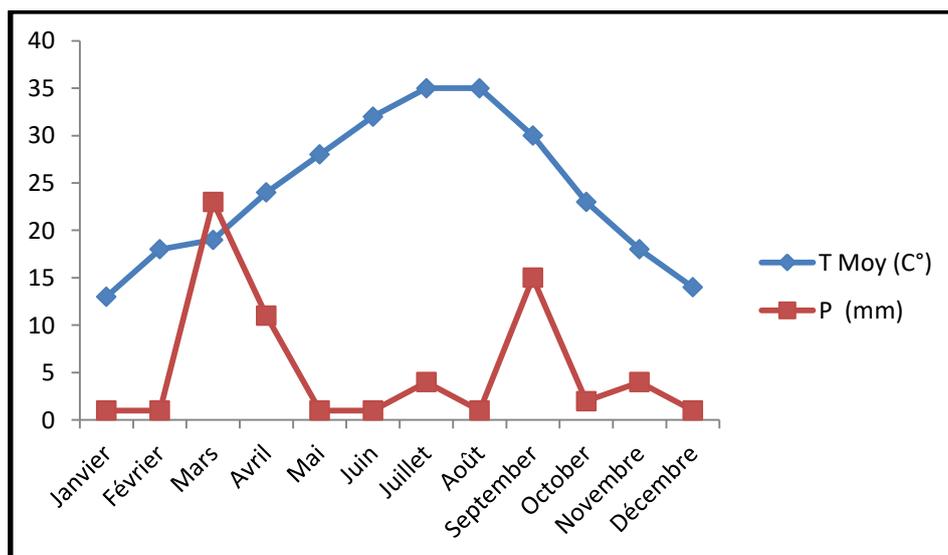
### I.3.2.Climagramme d'Emberger

Ce Climagramme permet de classer les différents climats méditerranéens (Dajoz, 1971), où on a utilisé la formule de Stewart, ci-après, adapté pour l'Algérie et la Wilaya de Ghardaïa se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et son quotient thermique ( $Q_2$ ) est de 11 (comme elle montre la figure 5).

$$Q_2 = 3,43 P/M - m.$$

Où :  $Q_2$  : Quotient thermique d'Emberger, P : Précipitations moyennes annuelle en mm,

M : La température maximale du mois le plus chaud en °C et m : La température minimale du mois le plus froid en °C



**Figure 5** : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson appliqué à la région Ghardaïa (2020).

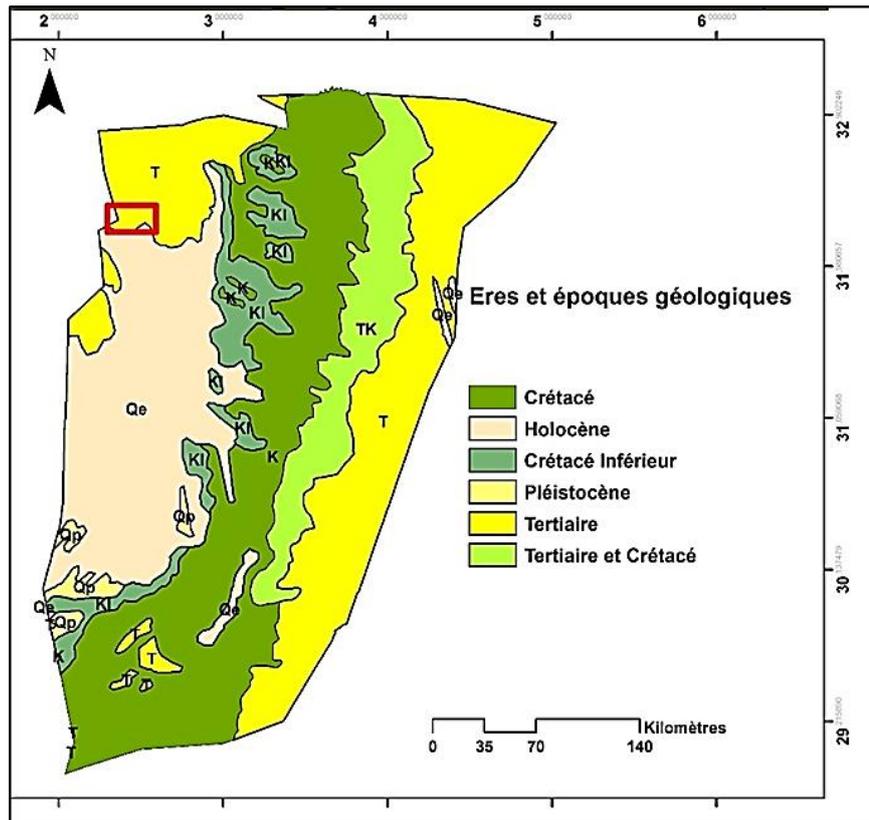
#### I.4. Géomorphologie, pédologie et géologie de Ghardaïa

Géomorphologiquement, la wilaya de Ghardaïa est caractérisée par des plaines dans le continental terminal, des régions ensablées, la Chebka et l'ensemble de la région centrale et s'étend du Nord au Sud sur environ 450 km et d'Est en Ouest sur environ 200 km (Oulmane, 2016). Sur l'ensemble des paysages sahariens, le sable ne couvre qu'une faible partie de la surface (20 % environ). Les hamadas et les regs représentent l'essentiel du paysage; les sols alluviaux et les sols à encroûtement ne constituent que des phénomènes locaux (Ozenda, 1991; Monod, 1992). Dans la région de Ghardaïa, on peut distinguer trois types de formations géomorphologiques (D.P.A.T, 2005) qui sont:

- La Chabka du M'Zab occupe une superficie d'environ 8000 km<sup>2</sup>, représentant 21% de la région du M'Zab (Coyne, 1989).
- La région des daïas occupe une petite partie de la région de Ghardaïa, présente dans la commune de Guerrara. Elle s'étend du Sud de l'Atlas saharien d'une part et jusqu'au méridien de Laghouat d'autre part (Coyne, 1989).

Les sols de la région de Ghardaïa sont squelettiques suite à l'action de l'érosion éolienne. Cependant, ils sont souvent marqués par la présence en surface d'un abondant argileux de type « Hamada », alors que dans les dépressions, ils sont plus riches grâce à l'accumulation des dépôts alluviaux (Dubost, 1991 ; Kaci, 2005).

La région des Ergs située à l'Est de la région de Ghardaïa, et de substratum géologique pliocène (**Figure 6**), cette région est caractérisée par l'abondance des Regs qui sont des sols solides et caillouteux (**Tableau 2**). Cette région est occupée par les communes de Zelfana, Bounoura et El Atteuf (Coyne, 1989).



**Figure 6 :** Carte des Eres et des époques géologiques de la région de Ghardaïa (modifiée par Chenini et Elgueroui, 2019).

**Tableau 2:** Géomorphologie et pédologie de la région d’étude (Ben Brahim, 2018).

	Formes géomorphologiques						Types de sols	Références
	Erg	Reg	Sebkha	Lit d'Oued	Hamada	Chebka		
<b>Ghardaïa</b>	+	+	-	+	+	+	Dominance d'un faciès gypseux. - Roches calcaires.	PASSAGER, 1958 ; URBATIA, 1996
+ : présence						- : Absence		

## II. Choix et description des sites d’étude

L’étude a été réalisée dans l’hydro- système du Oued M’Zab **Figure 7**, ce dernier couvre un bassin versant d’une superficie de 5000 km<sup>2</sup> (Dubief, 1953), il est compris entre 32° 26° et 32°31° latitude Nord et 3°46° de longitude Est ,en partant de Bouchen ,zone de

confluence de Oued El Haimeur avec L’oued Touzouz jusqu’à El Atteuf avec 23.5km de longueur et 1,5et 2,35 m de largeur . Les altitudes sont relativement faible diminuent progressivement de l’amont vers l’aval de 514 à 508 m à Bouchen, 455 à 450 m au niveau de la ville de Ghardaïa et le point le plus bas 455m à 450m au niveau d’Atteuf (Achour, 2014 ; Oulad Sidi Omar, 2016). Dans l’Oued de M’Zab **Figure 7** les eaux usées urbaines s’écoulent de l’amant à l’aval, Nous avons choisi dans le présent travaille deux station (centre de Oued M’Zab « Bounoura » et l’autre dans la partie de l’avale « El Atteuf »).

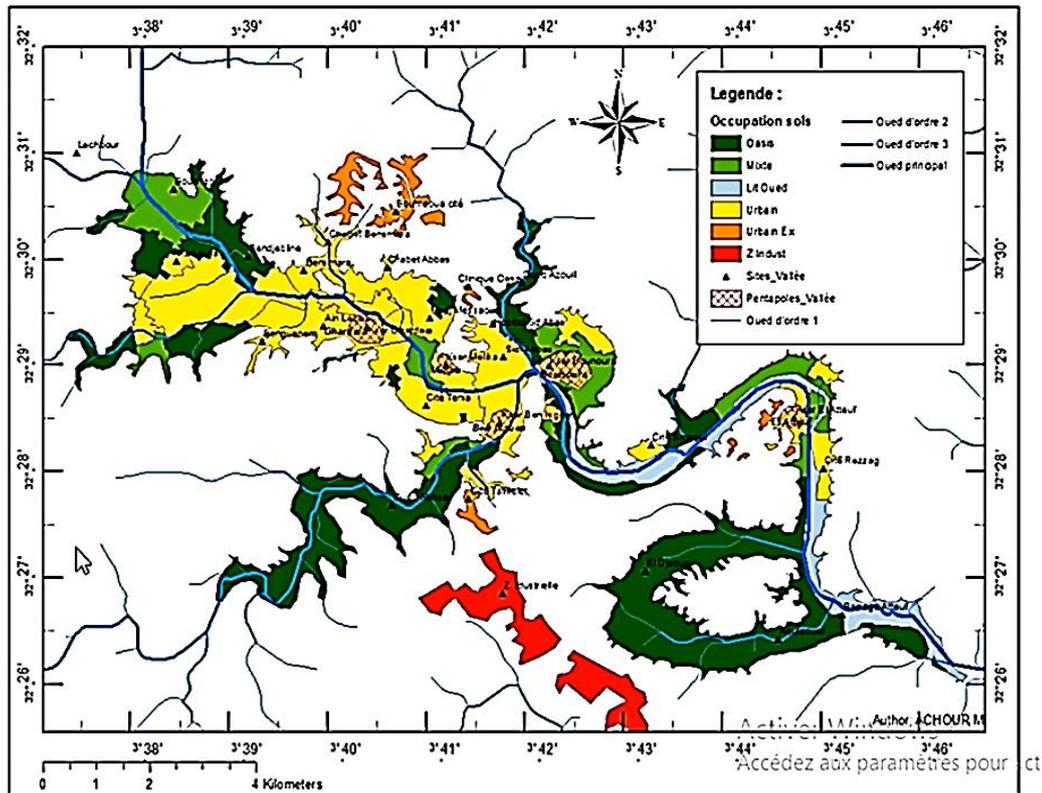


Figure 7: Carte d’occupation la vallée de M’Zab (Achour, 2013)

### II.1. Caractéristiques des stations de l’échantillonnage

Les caractéristiques des sites d’échantillonnage sont énumérées dans le tableau ci-après :

Tableau 3: Caratéristique des sites d’échantillonnage.

Paramètres	Station de Bounoura (A)	Station d’El Atteuf (B)
Altitude	505 m.	450 m.
Distances à la source	0,7 km.	9 km.
Pente	46 %.	46 %.
Larguer du lit mineur :	2,5 et 1,5 m.	2,35 et 1,5 m.
Profondeur :	50 cm.	50 cm.

Vitesse de courant	très faible.	très faible.
Substrat :	Roches, Galets, Sable, Végétation aquatique :	Roches, Galets, Sable, Végétation aquatique :

### III. Technique d'échantillonnage des macros invertébrés benthiques

La qualité de l'habitat physique qui compose le cadre quels biomes se développent limite le potentiel biologique (South Wood, 1977). Les prélèvements ont été réalisées dans des endroits susceptibles d'abriter des invertébrés que nous appelons micro-habitats, à travers de deux techniques dans les deux stations pour rassembler la plus grande diversité faunistique représentative des habitats a étudié.

#### III.1. Substrat artificiel

Selon Klemm et *al.*, (1990), les substrats artificiels sont des pièges préparés pour être placé dans l'eau pour la colonisation des communautés d'invertébrés aquatique dans (les rivières, les fleuves, les lacs...) à une profondeur et durant une période bien déterminés. Ils sont des instruments privilégiés pour l'étude des macro benthos des eaux courantes (Jolivet et Maselot, 2004). L'avantage de cette méthode qui est utilisée surtout pour l'étude des eaux pollué car elle permet de définir des indices d'abondances relative des déférentes espèces. Le piège artificiel est représenté par une cage grillagée de dimension (30/20/10cm) (**Figure 8 et 9**) rassemblant à l'appareille de Mason et *al.*, (1967). Dans le présent travail, 4 cages sont placées pour chaque site, et chaque cage contient une sorte d'habitat et laquelle on place (végétation, roché, sable, gravier), les cages sont placées dans l'eau 20 jours (maximum 30 jours).



**Figure 8:** Schéma d'un piège artificiel**Figure 9:** Pièges artificiels avec différents types de substrats (A: Sable; B: Galets; C: Végétations; D: Rochets)

### III.2. Filet suber

Le filet suber est l'un des instruments indispensables pour la chasse peuvent servir soit à récolter des insectes au hasard, soit au contraire à capturer un individu repéré à l'œil (**Figure 10**). Il se compose essentiellement de poche carré au cercle et manche, les parties peuvent être modifiées selon les types d'utilisation (Ammar, 2012). Cette technique permet de récolter une grande diversité d'espèces d'invertébrés à différents stades de développement (œuf, larve, nymphes, adultes) (Mary, 1999), en appliquant les étapes suivantes :

- Sur le substrat, placé le filet légèrement entre les sédiments afin qu'aucun organisme ne puisse passer en dessous et l'ouverture doit faire en face au courant.
- Pendant quelque temps nettoyer les sédiments et les débris à l'intérieur du filet à échantillonner et brasser le fond sur quelque centimètres afin de déloger les organismes enfouis.

- Le courant fera entrer les organismes dans le filet, dans certaines situations, on pourra les aider à y entrer en créant un courant avec les mains.
- Retirer le filet en s'assurant qu'aucun organisme ne puisse être emporté par le courant.
- Pour ce faire, retirer le filet à contre-courant. Ensuite tremper le filet dans l'eau plusieurs fois et le secouer afin de se débarrasser des sédiments fins.
- Le contenu du filet est mis dans des boîtes en plastique contenant du formol à 10% pour la conservation sans oublier de les étiqueter pour les reconnaître.
- Répéter cette opération plusieurs fois et selon les différents types d'habitats de la station.



**Figure 10:** Photo d'un filet Suber

#### **IV. Conservation des échantillons**

Les échantillons collectés sont conservés dans des réservoirs ou bouteilles en plastique/verre puis fixés dans 10 % du formol. La date, numéro et caractéristique de la station, chaque échantillon est noté.

#### **V. Tri et identification des macros invertébrés**

L'identification se fait sous une loupe binoculaire pour les individus de grande taille et sous le microscope pour les parties d'organisme de petite taille. Le but de l'identification est de déterminer les taxons présents dans l'échantillon (diversité) (De Pauw et Vanhooren, 1983). Les macro-invertébrés ont été déterminés au plus bas niveau taxonomique possible

c'est-à-dire au genre ou à l'espèce en faisant appel à des ouvrages, collections et clés de détermination des macro-invertébrés à l'instar de Tachet et *al.*, (2010).

## **VI. Méthode d'étude des peuplements benthiques**

### **VI.1. Indice de structure et d'organisation de peuplements**

#### **VI.1.1. Abondance relative (Ar)**

Correspond le nombre d'individu d'une espèce ( $n_i$ ) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement, elle exprimé en pourcentage %.

$$Ar (\%) = 100 * n_i / N$$

$n_i$  : Nombre d'individus de l'espèce  $i$ .

N : Nombre totale d'individus.

#### **VI.1.2. Fréquence d'occurrence des espèces**

Selon Dajoz, (1985) elle est l'échelle de constante. Elle exprime en pourcentage %, entre le relevé ( $P_i$ ) et le nombre total de relevés (P) dans la même station.

$$C (\%) = 100 * P_i / P$$

$P_i$  : Nombre de prélèvements ou l'espèce  $i$  est présente.

P : Nombre totale des prélèvements.

En fonction de la valeur de  $C_i$  (%), les espèces qualifie de la manière suivante :

- $C = 100$  % Espèces omniprésentes.
- $100 < C < 75$  : Espèces constantes.
- $75 < C < 50$  : Espèces fréquentes.
- $49 < C < 25$  : Espèces accessoires.
- $C < 5$  % : Espèces rares.

#### **VI.1.3. Indice de similitude des peuplements (Indice de Sorensen)**

Le but de calculer l'indice de Sorensen ou le coefficient ( $Q_s$ ) pour pouvoir de bien statuer la similitude ou la différence existante dans composition de peuplement des macro-invertébrés benthique (Magurran, 2004).

$$Q_s = (2c/a+b) * 100$$

a : Nombre d'espèces mentionnées dans le relevé A.

b : Nombre d'espèces décrites dans le relevé B.

c : Nombre d'espèces recensées simultanément dans les deux relevés et A et B.

### **VI.2. Indice de diversité de peuplements**

### VI.2.1. Richesse spécifique (richesse taxonomique)

Selon Blondie, (1975), la richesse spécifique totale « S » est le nombre total des espèces rencontrées une fois au terme de N observation.

### VI.2.2. Richesse spécifique moyenne (Sm)

Selon Ramade, (2009), calcule par le nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon, il est employé dans l'étude de la structure des peuplements.

**Sm = Nombre totale d'espèces recensé lors de chaque relevé/Nombre de relevés réalisés.**

### VI.2.3. Indices de de Schannon-Weaver H', l'équitabilité:

#### Indice de Shannon-Weaver H':

L'indice de shannon –weaver (H') convient bien à l'étude comparative des peuplements, cet indice à l'avantage de faire intervenir l'abondance des espèces, il se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$H' = -\sum (P_i \times \log_2 P_i)$$

$$\text{Ou } P_i = n_i/N.$$

$P_i$  = Fréquence de l'espèce i.

$N_i$  = Nombre d'individus d'une espèce de rang i.

H' est minimale quand il est égal zéro c'est -à- dire quand l'échantillon contient une seule espèce, et il est maximal (théoriquement infini) lorsque tous les individus appartiennent à des espèces différentes, (Boukli, 2012).

#### Equitabilité (E)

Cet indice sert à comparer les diversités de deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes :

$$E = H/H_{\max}$$

$H_{\max}$  : la diversité maximale ( $H_{\max} = \log S$ ).

S : Richesse spécifique

Selon Barbault, (1981), une valeur E proche de 1 traduit un peuplement plus équilibré, elle se reproche 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance.

## VII. Analyse statistique

A l'aide de logiciel Excel, pour chaque station étudiée traite les données d'inventaire, liste faunistique, les différents taxons a été présent l'analyse de la structure de la faune benthique réalisé (Tenkiano, 2017).

# **Chapitre 2:**

## **Résultats et Discussions**

## I. Etude écologique de la faune macro invertébrées dans la région de Ghardaïa

### I.1. Inventaire globale des macro invertébrés recensés

L'inventaire taxonomique des différents spécimens identifiés nous a permis de recenser 16 genres, 12 familles, 5 ordres et deux classes. Pour cette dernière, la classe des insectes est la mieux représenté avec 18 genres. En termes d'ordres, les diptères sont représentés par 5 familles suivies par les coléoptères qui sont composé par 3 familles. Contrairement aux nombres de familles, 7 genres appartenant à l'ordre des coléoptères contre 5 genres seulement représentant les diptères (**Tableau 4**).

En terme de phénologie, les individus des différents taxons déterminés sont des adultes et/ ou des larves, alors que le stade nymphe n'est indiquée que chez la famille des Culicidae.

**Tableau 4** : Liste taxonomique des macro invertébrés recensés dans les deux hydrosystèmes étudiés.

Classe	Ordre	Famille	Genre	
<b>Gastropode</b>	Littorinimorphe	Tateidae	<i>Potamopyrgus</i>	
<b>Insecte</b>	Diptères	Similidae	<i>Similudae ind</i>	
		Chironomidae	<i>Chironomus</i>	
		Culicidae	<i>Culicidae ind</i>	
		Ptychopteridae	<i>Ptychopteridae ind</i>	
		Tabanidae	<i>Tabanidae ind</i>	
	Coléoptère	Dytiscidae		<i>Nebriopurus</i>
				<i>Yola</i>
				<i>Hydrovatus</i>
		Hydrophilidae		<i>Enchrus</i>
				<i>Laccobius</i>
				<i>Chaetarthria</i>
				<i>Neterus</i>
	Ephéméroptères	Batidae	<i>Batidae ind</i>	
	Hémiptère	Coriscudae	<i>Corixa</i>	
Nepidae		<i>Nepa</i>		
(ind : indéterminés)				

**Les gastéropodes**: sont une classe de mollusques caractérisée par la présence d'une seule coquille habituellement spiralée comme celle des escargots. Certains possèdent une plaque cornée ou calcaire appelée opercule qui ferme l'ouverture de la coquille quand l'animal est à l'intérieur. Un seul groupe possède une forme vraiment différente, soit une forme de petit

chapeau. Les gastéropodes avec un opercule (prosobranches) ont une tolérance moyenne à la pollution, et ceux sans opercule (pulmonés) sont considérés comme tolérants.

**Les diptères (mouches):** sont le deuxième ordre d'insectes le plus important après les coléoptères. La plupart des diptères sont terrestres. Seules quelques familles sont adaptées à la vie aquatique aux stades larvaire et nymphal. Pour certaines familles, seuls quelques genres ou espèces le sont. Les larves de diptères sont caractérisées par l'absence de pattes articulées. Cette caractéristique est rare chez certaines larves de coléoptères. Elles portent souvent des fausses pattes thoraciques et/ou abdominales. Des protubérances, appelées bourrelets locomoteurs, peuvent également être présentes. La fin de l'abdomen peut porter des soies et/ou des appendices. La tête est soit distincte, soit indistincte. Des nymphes sont également présentes dans les cours d'eau. La nymphe est l'état intermédiaire entre la larve et l'adulte. Elle est reconnaissable à ses trois paires de pattes articulées accolées au corps et à son unique paire d'ailes. Elle peut être libre, dans une enveloppe souple fixée au substrat, ou enfermée dans une enveloppe dure. En milieu aquatique, la famille la plus importante est celle des Chironomidae, qui est considérée tolérante à la pollution. Les autres diptères ont une tolérance moyenne. De toutes les nymphes, seules celles des Chironomidae seront identifiées à la famille.

**Les coléoptères:** est sans aucun doute le plus imposant par sa diversité en espèces. Leurs adaptations à la vie aquatique sont multiples. Certaines familles sont exclusivement terrestres. Chez d'autres, les larves et les adultes sont aquatiques, ou encore seules les larves ou seuls les adultes le sont. Les adultes sont aisément reconnaissables à leur première paire d'ailes dures, les élytres. Les larves, quant à elles, présentent des formes diverses, ce qui les rend difficiles à cerner. Elles ont une tête distincte et dure ainsi que des mâchoires broyeuses. Étant complexe, la classification se fera par forme larvaire et ensuite adulte. Sur la feuille d'identification, on notera les adultes et les larves séparément. Ainsi, on inscrira le nombre d'individus et de taxons adultes et le nombre d'individus et de taxons larvaires. Leur tolérance à la pollution est moyenne.

**Les éphéméroptères:** appartiennent à un ordre d'insectes dont les larves sont exclusivement aquatiques. Ils sont caractérisés par la présence de deux (rare) ou trois queues. Leurs pattes ne portent qu'une griffe, ce qui les distingue des plécoptères. En général, ils ont des branchies sur les segments abdominaux 1 à 7; chez quelques espèces, certains de ces segments n'en ont pas. La forme et la position de ces branchies sont capitales pour leur identification. Les larves

ont tous dix segments abdominaux. On détermine leur numéro (le même que celui des branchies) en comptant à partir du dixième, c'est-à-dire de l'extrémité de l'abdomen. De façon générale, ils sont sensibles à la pollution. Les éphéméroptères sont des organismes fragiles; ils doivent être manipulés avec précaution. Il arrive fréquemment que l'on doive identifier des spécimens dont les branchies ont été arrachées ou les queues cassées lors d'un prélèvement. Il est donc primordial de les regrouper selon leurs ressemblances avant de les identifier. Les spécimens qu'on ne peut classer dans une famille ou un groupe seront identifiés en tant qu'éphéméroptère.

**Les hémiptères:** Dans les habitats aquatiques ou semi-aquatiques, les hémiptères peuvent se retrouver sous forme adulte ou larvaire. Les larves et les adultes sont presque identiques si ce n'est que les adultes sont habituellement ailés. Il existe cependant des hémiptères adultes qui n'ont pas d'ailes. Les ailes, lorsqu'elles sont présentes, sont cornées à la base (vers l'avant) et membraneuses au bout. La forme de leur corps varie de ovale à allongée. Les hémiptères ne possèdent pas de branchies. Leur principale caractéristique est la modification de leur appareil buccal. Celui-ci est soit en forme de bec allongé (adapté à un régime liquide), soit en cône. Leur tolérance à la pollution est moyenne. Les spécimens qu'on ne peut classer dans une famille ou un groupe seront identifiés en tant qu'hémiptère.

## I.2.Variation des indices écologique en fonction des stations d'études

### I.2.1.Indice de structure et d'organisation des populations

**Abondance relative et constance :** Les résultats de l'abondance relative indiquent que le genre de *Nebrioporus*, et *Dytiscus* sont le plus abondant dans l'Oued Atteuf avec 38 et 25 % respectivement par contre dans Oued M'Zab dont le *Ptychopteridae* sont les plus abondant avec 31 % suivi par les *Similidae* avec 26 %, les *Laccobius* avec 16 % et les *Enochrus* avec 10 % .Le reste des genres identifiés dans les deux stations ont une abondance relative égale ou inférieure à 7 % (**Tableau 5**).

La fréquence d'occurrence et l'échelle de constance indique qu'aucun genre identifié n'est constant par contre la totalité de ces derniers sont fréquents (**Tableau 5**).

**Tableau 5 :** Variation spatiale de l'abondance relative, constance et échelle de constance des populations de macro invertébrés recensés dans les deux stations d'étude.

Genre	Ar (%)	Ar (%)	C	Ec
-------	--------	--------	---	----

	El Atteuf	Oued M'Zab	(%)	
<i>Batidae</i>	0	7	50	F
<i>Chaetarthria</i>	5	0	50	F
<i>Corixa</i>	0	3	50	F
<i>Culicidae nympe</i>	0	2	50	F
<i>Dytiscus</i>	25	0	50	F
<i>Enochrus</i>	4	10	50	F
<i>Hydrovatus</i>	1	0	50	F
<i>Laccobius</i>	7	16	50	F
<i>Nebrioporus</i>	38	0	50	F
<i>Nepa</i>	1	0	50	F
<i>Noterus</i>	7	0	50	F
<i>Ptychopteris</i>	0	31	50	F
<i>Potamogeton</i>	4	0	50	F
<i>Simuliidae</i>	5	26	50	F
<i>Tabanidae</i>	2	0	50	F
<i>Yola</i>	0	5	50	F
<b>Abondance totale (%)</b>	58	42	-	-

(Ar % = Abondance relative; C%: Constance; EC: Echelle de constance)

**Indice de similitude de Sorensen :** Le coefficient de similitude de Sorensen calculé à partir de la présence et /ou l'absence des macro-invertébrés identifiés en fonction des stations d'étude indique la similitude noté entre Oued El Atteuf et Oued M'Zab est égale à 0.

### I.2.2.Indices de diversité des peuplements (richesse taxonomique, Indice de diversité de Shannon H' et L'équitabilité)

Dans Oued El Atteuf 11 genres ont été recensés, il est considéré comme le site le plus riche par rapport à Oued M'Zab où 8 genres ont été déterminés.

Les résultats de l'indice de Shannon-weaver indique que les valeurs enregistré dans l'Oued M'Zab et El Atteuf sont presque similaire et de l'ordre respectivement de 1.84 à El Atteuf et 1.76 à Oued M'Zab.

Les résultats de l'équitabilité varient entre les deux stations d'étude et elle est de 0,84 à Oued M'Zab ,0.76 à El Atteuf (**Tableau 6**).

**Tableau 6 :** Variation spatiale des indices de diversité de peuplement des macro invèèbrés recensés dans l'Oued M'Zab.

Indice écologique	El Atteuf	Oued M'zab
<b>Richesse spécifique totale</b>	11	8
<b>indice de diversité de Shannon_H</b>	1,84	1,76
<b>Équitabilité</b>	0,7672	0,8466

Similitude	0%
------------	----

### I.3. Variations des indices écologiques en fonction des types d'habitats

#### I.3.2. Indice de structure et d'organisation des populations

- **Abondances relative et constance des macro invertébrés recensés :** Les résultats de l'abondance indique que le genre *Nebrioprus* est le plus abondant dans les différents type d'habitat étudiés, où l'abondance est de 68 % dans les galets, par contre les *Nebrioprus* sont absent dans le substrat solide et les rochers. Contrairement aux *Nebrioprus*, les *Laccubius* sont les plus abondants dans le substrat solide et dans les rochers avec une abondance relative de 50 et 33 % respectivement. Dans l'habitat végétation les *Dytiscus* sont les plus abondants par rapport aux autres genres avec 36 %. Dans l'habitat sable, l'abondance des *Similiidae* est la plus élevée, elle est de 36 % suivi par les *Nebrioprus* avec 32 %. Sur les 139 individus échantillonnés 40 % sont trouvés dans l'habitat végétation alors que 12 individus (Soit 12 %), ont été récoltés dans le substrat solide (**Tableau 7**).

La mise en évidence de la fréquence d'occurrence et l'échelle de constance indique les *Similiidae* sont omniprésents 100 %, 4 genres sont fréquents (*Baetidae*, *Enochrus*, *Laccubius*, *Neprioporus*) 4 genres sont accessoires (*Yola*, *Tabanidae*, *Ptychoteric*, *Noterus*) et 7 genres sont accidentelles (*Chaetarthria*, *Corixa*, *Culicidae*, *Dytiscus*, *Hydrovatus*, *Nepa* et *Potamoyrgus*) (Tableau 5).

- **Indice de similitude de Sorensen :** La comparaison entre les types d'habitats étudiés pris deux à deux indique que la similitude la plus importante est notée entre galet et végétation et entre galet et sable, entre ce dernier et substrat solide, et entre végétation et substrat solide avec un coefficient de similitude de 50 %. Une faible similarité entre le sable et végétation, entre galet et rochet, et entre rochet et sable où elle est inférieure à 34 % (**Tableau 8**).

**Tableau 7 :** Variation de l'abondance relative, constance et échelle de constance des populations de macro invertébrés recensés en fonction des différents types d'habitats étudiés

Genre	Ar% Galet	Ar% Rochet	Ar% Sable	Ar% Végétation	Ar % substrat solide	C%	EC
<i>Batidae</i>	0	0	7	2	8	60	F
<i>Chaetarthria</i>	0	22	0	0	0	20	Aci

<i>Corixa</i>	0	0	7	0	0	20	Aci
<i>Culicidae nymphe</i>	0	0	0	2	0	20	Aci
<i>Dytiscus</i>	0	0	0	36	0	20	Aci
<i>Enochrus</i>	8	0	0	9	17	60	F
<i>Hydrovatus</i>	0	0	4	0	0	20	Aci
<i>Laccubius</i>	0	33	0	5	50	60	F
<i>Nebrioporus</i>	68	0	32	9	0	60	F
<i>Nepa</i>	0	0	0	2	0	20	Aci
<i>Noterus</i>	16	0	7	0	0	40	Ace
<i>Ptychopteri</i>	0	33	0	21	0	40	Ace
<i>Potamoxygus</i>	0	0	0	5	0	20	Aci
<i>Similidae</i>	4	11	36	7	17	100	Om ni
<i>Tabanidae</i>	4	0	0	2	0	40	Ace
<i>Yola</i>	0	0	7	0	8	40	Ace
<b>Ab T%</b>	18	13	20	40	9	-	-

(Ar % = Abondance relative; C%: Constance; EC: Echelle de constance).

**Tableau 8 :** Variation de l'indice de similitude de Sorensen (Qs), calculé suivant la composition de peuplement des macros invertébrés recensés en fonction des types d'habitats.

	Galet	Rochet	Sable	Végétation	Substrat solide
Substrat solide	<b>40%</b>	<b>44%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>100%</b>
Végétation	<b>50%</b>	<b>40%</b>	<b>33%</b>	<b>100%</b>	
Sable	<b>50%</b>	<b>18%</b>	<b>100%</b>		
Rochet	<b>22%</b>	<b>100%</b>			
Galet	<b>100%</b>				

### I.3.2.Indices de diversité des peuplements (La richesse taxonomique, Indice de diversité de Shannon h' l'équitabilité)

La richesse taxonomique la plus élevée est enregistrée dans le type d'habitat végétation avec 11 genres suivi par le sable avec 7 genres alors que pour le reste des types d'habitat la richesse taxonomique est presque similaire où dans les types d'habitats galets et substrat solide 5 genres ont été recensés. Dans les rochers, la richesse taxonomique est la plus faible richesse avec 4 genre seulement (**Tableau 9**).

La variation de l'indice de diversité de Shannon-Weaver en fonction des types d'habitat suit la même tendance de celle de la richesse taxonomique indiquée. Il est de 1.91 dans la végétation, 1,60 dans le sable. Pour les autres types d'habitats, l'indice de diversité

oscille entre 1,35 et 1,01. L'équitabilité est plus élevée dans les rochers avec 0,95 alors que dans les autres types d'habitat pris en considération l'équitabilité varie entre 0,84 dans le substrat solide et 0,64 dans les galets (Tableau 9).

**Tableau 9 :** Variation des indices de diversité des peuplements de macro invertébrés recensés en fonction des différents types d'habitats étudiés.

Indices écologiques	Galet	Rochet	Sable	Végétation	Substrat solide
Richesse spécifique totale	5	4	7	11	5
indice de diversité de Shannon_H	1,01	1,31	1,60	1,91	1,35
Équitabilité	0,63	0,94	0,82	0,80	0,84

#### I.4 Variation des indices écologique en fonction des mois

##### I.4.1. Indices de structures et d'organisation des populations

**Abondance relative et constance des macro-invertébrés recensés :** La variation de l'abondance des macros invertébrées en fonction des mois indique une abondance importante durant le mois de mars des genres *Dytiscus* (36 %), suivi par les *Ptychopteri* 33 % et les *Simuliidae* ind 29 %, le reste des genres identifiés ont une abondance égale ou inférieure de 2 %. Par contre durant le mois de juin 37 % des individus récoltés appartenant aux genres *Nebrioporus*, suivi par *Laccubius* avec 18 %, *Enochrus* avec 11 %, et *Noterus* 7 % et le reste genres identifiés une abondance égale ou inférieure de 5 %. En fonction des mois, le nombre de taxons le plus élevé est indiqué en juin avec 84 individus (soit 60 % du nombre totale). Le nombre d'individus récoltés en mars est 55 individus (**Tableau 10**).

La mise en évidence de la fréquence d'occurrence et l'échelle de constance indique que tous les genres identifiés sont considérés comme fréquents (**Tableau 10**).

**Tableau 10 :** Variation de l'abondance relative, constance et échelle de constance des populations de macro invertébrés recensés en fonction des mois d'étude

Genre	Ar (%) Mars	Ar (%) Juin	C (%)	Ec
<i>Batidae</i>	0	5	50	F
<i>Chaetarthria</i>	0	5	50	F
<i>Corixa</i>	0	2	50	F
<i>Culicidae nympha</i>	0	1	50	F
<i>Dytiscus</i>	36	0	50	F

<i>Enochrus</i>	0	11	50	F
<i>Hydrovatus</i>	0%	1%	50	F
<i>Laccubius</i>	0%	18	50	F
<i>Nebrioporus</i>	0	37	50	F
<i>Nepa</i>	2	0	50	F
<i>Noterus</i>	0%	7%	50	F
<i>Ptychopteris</i>	33	0	50	F
<i>Potamogeton</i>	0	4	50	F
<i>Simulidae</i>	29	4	50	F
<i>Tabanidae</i>	0	2	50	F
<i>Yola</i>	0	4	50	F
<b>Abondance totale (%)</b>	40	60	-	-
(Ar % = Abondance relative; C%: Constance; EC: Echelle de Constance)				

**Indice de similitude de Sorensen :** Les valeurs de l'indice de similitude entre les deux mois d'étude mars et juin n'indiquent qu'aucune similarité.

#### I.4.2. Indices de diversité des peuplements (La richesse taxonomique, Indice de diversité de Shannon h' l'équitabilités)

Dans les mois de juin estimé à 13 genres, il est considéré comme le mois le plus riche par rapport au mois de mars où la richesse taxonomique est estimée à 4 genres (**Tableau 11**).

L'indice de diversité de Shannon-Weaver indique que la valeur la plus élevée est notée au mois de juin avec 2,034, alors que dans le mois de mars l'indice de diversité est égal à 1,165 (**Tableau 11**). La variation mensuelle de l'équitabilité dénote une valeur importante de cette dernière durant le mois de mars (0,84) par rapport à celle enregistrée en juin (0,79) (**Tableau 11**).

**Tableau 11 :** Variation des indices de diversité des peuplements de macro invertébrés recensés en fonction des mois d'étude

Indices écologiques	Mars	Juin
Richesse spécifique totale	4	13
indice de diversité de Shannon_H	1,16	2,03
Équitabilité	0,84	0,79
Similitude	0 %	

## II. Discussions

### II.1. Variations des indices écologiques en fonction des sites d'études

Notre inventaire a permis d'identifier 16 genres de différents stade phénologiques (adultes, larves, nymphes). Par ailleurs, il est utile de souligner que le présent inventaire, malgré qu'il soit partiel et mené dans un laps de temps court, représente un certain enrichissement des connaissances sur les macro-invertébrés de la région de Ghardaïa, étant donné que les quasi majorités des espèces/genres identifiées ici sont signalés pour la première fois, ceci permettrait d'enrichir la biodiversité connue dans la région.

Les études (Bouzidi et Guidecelli, 1994 ; Gagneur et Aliane, 1991; Boumaiza, 1994; Lounaci et *al.*, 2000; Berrahou et *al.*, 2001) ont mis en évidence la faible diversification des peuplements dans les écosystèmes continentaux d'Afrique du Nord. En effet, la plupart des familles et des genres sont pauvres en espèces : Baetidae, Heptageniidae, Capniidae..., par contre ces taxons ont une grande variété spécifique dans les réseaux hydrographiques européens. La faiblesse relative de cette diversité serait ainsi en relation avec les températures plus élevées qu'en Europe et les précipitations plus faibles.

L'ordre des diptères est le plus représenté avec 5 familles, et 5 genres (16.21 %), suivi par l'ordre des coléoptères avec 3 familles. Ceci des faibles diversités par rapporte résultats d'autres travaux réalisés en Algérie (Haouchine, 2011), (Amiri et Chekakta, 2015) et en Burkina Faso (Sanogo, 2014).

Les Diptères sont répartis de l'équateur aux régions polaires et bénéficient d'une grande capacité de coloniser les biotopes les plus variés : sources, rivières, lacs, marais, littoral, marin, ...etc. (Haouchine, 2011).

Le genre de *Ptychopteris* est le plus présente avec une abondance relative de 31 % suivi par les *Simulidea ind* avec 26 % et le reste des genres ont une abondance d'inférieur ou égale 9% pour le site d'Oued M' Zab. Ceci peut s'expliquer par le fait que les biotopes offrent une plus grande variété de niches écologiques.

La faible richesse taxonomique également rencontrées dans d'autres régions bioclimatiques arides et semi-arides d'Algérie (Arab et *al.*, 2004) (Sellam et *al.*, 2017)

peuvent s'expliquer par les conditions environnementales instables, principalement l'absence fréquente de flux, des niveaux d'eau insuffisants quand elle coule et par les températures estivales élevées (> 35 °C) qui entraînent une augmentation des périodes de sécheresse, voire une influence négativement la biodiversité qui a tendance à être faible .

La différence au niveau de la richesse taxinomique des deux sites d'El Atteuf et de l'Oued M' Zab qui se Manifeste par un total de 16 genres reparties sur 11 genres pour ElAtteuf, 8 genres pour Oued M'Zab se traduit par la diversité d'habitat ou par l'hétérogénéité des milieux étudiés (Cheham, Kouidri, 2020).

Cette variation de la dominance en nombre des différents groupes taxonomiques serait en relation avec l'abondance naturelle de ces derniers, tels les insectes parmi les autres classes recensées, ainsi qu'à la difficulté de reconnaissance taxonomique des groupes échantillonnés. En outre, l'abondance des différents groupes faunistiques recensés présenterait des indications sur les aptitudes qu'auraient ces animaux à fréquenter en grands nombre certains types de milieu par apport à d'autres

Selon Hynes (1971), et Lavandier (1979) ces variations de la biodiversité des macro-invertébrés aquatiques sont principalement dues aux caractéristiques mésologiques des stations, telles que la nature du substrat, la vitesse du courant, la température de l'eau et les caractéristiques chimiques de l'eau, (Gagneur et Thomas, 1988) et aussi la méthode de prélèvement. La structure des communautés biologiques dans les cours d'eau n'est pas due à des processus aléatoires (Minshall et *al.*, 1985) mais fortement influencée par des facteurs physiques tels que la morphologie du lit des cours d'eau (Wallace et Webster, 1996), les conditions hydrologiques (Power et *al.*, 1988) ; on peut supposer que l'homogénéisation du substrat par des activités anthropiques sera amplement conditionnée par la structure de la communauté benthique.

## **II.2.Variation des indices écologiques en fonction des tempes**

Les substrats artificiels constituent un moyen passif de récolte des invertébrés aquatiques qu'ils soient benthique ou nageur en pleine eau. Déjà employés avec succès dans de nombreux autre pays (USA, CANADA...) ils présentent de multiples avantages comparativement à la méthode de prélèvement classique (filet suber...). En effet en règle générale, les substrats artificiels sont recommandés pour les endroits où l'échantillonnage traditionnel (filet suber ,filet troubleau, tamis a benthos, drague à sédiment...) est inefficace ou impraticable , notamment, dans les cours d'eau très profonds ou turbides, dans les cours

d'eau à fond mou ou instable, en boue ou en vase organique, dans les cours d'eau dont le fond est constitué de l'assise rocheuse non brisées ou de gros bloc erratiques et dans les cours d'eau soumis à des courants torrentiels (Weber 1973, Boothroyd et Dickie 1989, Voshell et *al.* 1989).

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que la richesse taxonomique et la biodiversité sont plus élevées dans l'habitat végétation au niveau des deux stations étudiés 11 genres représentées montre que un hétérogénéité du substrat et de la végétation, et selon Lancaster et Hildrew (1993) Rempel et *al.*, ( 1999) l'habitat de végétation parmi les substrats stables relativement grossiers et fortement structurés attirent la faune benthique car ils représentent des sites de perturbation minimale pendant les inondations et aident à fournir des refuges où la recolonisation peut se produire après les inondations. Certains travaux ont montré une grande variabilité du temps nécessaire à l'atteinte de la stabilité taxonomique qui s'élève à 8 jours (Ulfstrand 1968) et l'absence de stabilisation après dix semaines (Lapchin, 1977). Selon Khalaf et Tacchet (1978) la durée d'immersion optimale est de 4 à 6 semaines. Ce temps serait nécessaire pour permettre la colonisation par les espèces les moins mobiles (Jolivet et *al.*, 2001). La variabilité de la richesse taxonomique entre les campagnes de prélèvement, quelques soit la méthode utilisée, s'expliquerait par l'arrivée de nouvelle espèces et le départ d'autres espèces.

La faiblesse de similitude observée entre différents types d'habitat s'expliquerait surtout par le fait qu'ils offrent généralement des conditions de milieu différentes, notamment la physicochimie de l'eau. Ceci serait également en relation avec l'effort d'échantillonnage dans le temps qui reste ponctuel et non suivi sur une longue période.

Dans notre cas d'étude une richesse taxonomique élevé dans les deux types d'habitat végétation et 11 et dans le substrat solide 11, indiquant la variation en nombre de taxon et d'individus entre les différents types de substrats étudiés. Par contre la faible variation de l'équitabilité en fonction des types de substrats révèle que l'abondance des différents taxons recensés dans les différents types de substrat est également répartie. Dans la nature, l'équitabilité est communément de l'ordre de 0,8 ou 0,9, (Sueur et *al.*, 2008).

### II.3. Variation des indices écologiques en fonction du temps

Dans notre étude, une faible richesse taxonomique est rencontrée de mois de mars avec (40 %) d'abondance totale, mais le plus grand nombre de peuplement des macro-invertébrés est enregistré en juin avec (60 %) d'abondance totale.

Les variations des abondances des genres identifiés entre les mois peuvent être expliquées par l'analyse de leur cycle de vie (Chehema et Kouidri, 2020). La baisse significative de l'abondance observée en juin est cohérente avec la biologie des espèces. Selon Ferreira et al (2004), elle coïncide avec la période à laquelle les adultes meurent après la reproduction et la nouvelle génération ne peut pas être échantillonnée par les engins de pêche utilisés.

La fréquence de constance montre que les taxons identifiés durant toute la période d'étude sont fréquentes. Il se rencontre tout au long des cours d'eau étudiés. La fréquence de constance montre que les taxons observés ont une fréquence d'occurrence supérieure à 50 % (constants) et ont donc une répartition cosmopolite. La fréquence d'occurrence renseigne sur les espèces caractéristiques des stations qui sont généralement omniprésentes. Les espèces accessoires, par contre, se développent dans un type de biotope particulier ou bien à des périodes assez limitées de l'année.

Selon nos résultats aucune similitude moyenne remarquée entre mars et juin s'expliquerait par la différence des conditions climatiques entre les deux mois notamment la température de l'eau où le changement de régime thermique de l'air, en conséquence l'augmentation considérable de la température de l'eau, qui provoque une augmentation à la fois de l'évaporation et la salinité (Chehema et Kouidri, 2020)

Au cœur de la période d'étude la diversité ( $H'$ ) ainsi que  $Taxa_S$  sont élevés au contraire de l'équitabilité qui est diminuée. La  $H'$  varie entre un minimum de 1,165 et un maximum de 2,034, alors que la richesse spécifique totale varie entre un minimum de 4 et un maximum de 13, l'équitabilité varie entre un maximum de 0,8407 et un minimum de 0,7929, due que dans une grande partie au climat saharien des régions d'étude, la faible pluviosité et les températures estivales élevées contrôlant la dynamique des populations et des peuplements.

# Conclusion

## **Conclusion**

Dans notre recherche, qui a duré quatre mois (mars à juin 2021), nous avons étudié des macros invertébrées benthiques à Ghardaïa dans deux systèmes d'eau, à savoir oued M'Zab et El Atteuf, dans quatre habitats (végétation, roché, galets, sable) sur chaque système d'eau, et que par deux types de piège (filet suber, substrat artificiel). A partir de cette analyse, nous avons identifié 26 espèces animales. Où l'on note que Chironomidae est largement présent dans l'eau avec une valeur de 230 et un Crustacée avec une valeur de 200, ils sont donc dominants.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que la richesse taxonomique et la biodiversité sont plus élevées dans l'habitat végétation au niveau des deux stations étudiées.

La structure des peuplements des macro-invertébrés présente une faible similitude entre les différentes stations étudiées démontrant ainsi la différence des conditions du milieu, notamment la physico-chimie de l'eau, le type de substrat et la pression humaine.

Les deux stations étudiées disposant de faibles indices de diversité et surtout une faible équitabilité mériteraient d'être surveillées pour repérer et endiguer les facteurs entraînant la perturbation de ces cours d'eau et des peuplements d'invertébrés qui les peuplent.

La répartition des groupes d'animaux selon les mois montre que le mois de juin a plus riche par rapport à mars, où 17 espèces ont été recensées en juin contre 10 espèces en mars en raison de la différence de température et des conditions climatiques et aussi pour les différents types de pièges, car la méthode filet suber a donné de meilleurs et plus de résultats que Artificiel, mais ses résultats n'étaient pas rares.

A l'issue de ce travail, nous émettons quelques recommandations scientifiques et de conservation :

- Nécessité de compléter cette étude par d'autres explorations à plus grande échelle de surface (autres oueds et stations) et de temps (études suivies sur plusieurs années et en différentes saisons).
- Ces études devraient porter aussi sur la caractérisation de la qualité de l'eau et des habitats, et sur la composition et la dynamique des populations des macro-invertébrés benthiques qui représentent un modèle biologique de choix pour statuer sur l'état de santé des cours d'eau,

- Afin d'enrichir les connaissances sur la biodiversité des macro-invertébrés benthiques, très peu documentés dans la région saharienne ou en Algérie, il serait judicieux de se pencher sur l'étude de la taxonomie de certains groupes afin d'approfondir leurs identification. Plusieurs espèces pourraient se révéler nouvelles ou endémiques pour la région,
- Les traits de vie utilisés pour caractériser les taxons recensés dans travail ne correspondraient pas fidèlement à la réalité du terrain, étant donné qu'ils sont définis pour les espèces vivant dans les conditions européennes. A cet effet, il serait également intéressant de se pencher sur des études spécifiques contribuant à décrire les traits de vie de nos espèces dans les conditions écologiques particulières de nos habitats.

# **Références bibliographiques**

## **Références bibliographies**

1. **Agence Nationale Ressources Hydrauliques (A.N.R.H), 2011.** Notes relatives aux ressources en eau souterraines de la wilaya de Ghardaïa.
2. **Abonneau, J., (1983).** Préhistorie du M'Zab (Algérie-wilaya de Laghouat).Thèse doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle en Art et Architecture, Uni. Paris I, 268p.
3. **Achour, M., (2014).** Vulnérabilité et protection des eaux souterraines en zone aride, cas de la vallée du M'Zab, Thèse magister Univ. Oran, p25.
4. **Afnor, (2004).** L'Indice Biologique Global Normalisé français (IBGN): ses principes et son évolution dans le cadre de la Directive Cadre Européenne sur l'eau. NF T90-350.
5. **Afnor, (1992).** Détermination de l'indice biologique global normalise(IBGN). NF T 90-350. Association français de Normalisation, Paris.
6. **Aguesse, P., (1968).** Les Odonates. Edition Masson, Paris, 255 p
7. **Chekakta, A., (2015).** Contribution à l'étude des macros-invertébrées de l'oued bradaa. Mémoire de master, faculté de biologie, Université 8 mai 1945 de Guelma.
8. **Ammar, T., (2012).** La mise en place d'un Protocol d'échantillonnage des invertébrés aquatiques adaptés aux zones amont des oueds, Thèse de magister, Écologie et biodiversité des écosystèmes continentaux, Univ. Tlemcen: 80p.
9. **Angelier, E., (2000).** Ecologie des eaux courantes.
10. **Arab, A., (1989).** Etude des peuplements d'invertébrés et de poissons appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds Mouzaia et Chiffa. Dissertation, USTHB University, Algiers, 139.
11. **Arabe A. et Zebdi A., 1983.** Contribution al' évaluation de la qualité de l'eau des oueds de la Mitidja. Mém. DES. Univ. des sciences et de la technologie. Houari Boumediene : 116p.
12. **Atla, K., (2013)** - études sur les indices phytoécologiques d'évolution de la végétation d'oued Metlili .Mémoire Master. Univ. Ghardaïa, 75 p.
13. **Barbault, R. (1981).** Ecologie des populations et des peuplements. Edition Masson, Paris, 200p.
14. **Bebba, N., El Alami, M., Arigue, S.F., Arab, A., (2015).** Etude mésologique et Biotypologique du peuplement des Ephéméroptères de l'oued Abdi (Algérie). J. Mater. Environ. Sci. 1164-1177.

15. **Belhaouari, B., Achour, T., Mebarki, D., Branine, A., (2017).** L'utilisation des macros invertébrées benthiques et des macrophytes pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau de l'oued Chlef, Benzina et Si Bachir. *Revue des Bio Ressources*, 91-98.
16. **Ben Semaoune, Y. (2008).** Les parcours sahariens dans la nouvelle dynamique spatiale: contribution à la mise en place d'un schéma d'aménagement et de gestion de l'espace (S.A.G.E).Cas de la région de Ghardaïa. Thèse Magister. I.A.S. Ouargla. 21p.
17. **Benzin, A.I., (2018).** Diversity of benthic macro invertebrates and streams quality in the national park of Belezma (Northern-East, Algeria). *International Journal of Health and Life-Sciences* 2454-5872.
18. **Benzina, I., (2018).** Diversity of benthic macro invertebrates and streams quality in the national park of Belezma (Northern-East, Algeria). *International Journal of Health and Life-Sciences* 2454-5872.
19. **Blondie, J. (1975).** L'analyse des peuplements d'oiseaux, *Elément d'un diagnostic Écologique, Terre et vie* (29): 533 - 589, P542.
20. **Bouchelouche, D., Kherbouche-Abrous, O., Mebarki, M., Arab, A., Samraoui, B., (2015).** The Odonata of wadi Isser (Kabylia, Algeria): status and environmental determinants of their distribution. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Vol. 70 (3), 2015: 248-260.
21. **Boukli, H, S. (2012).** Bio écologie des Coléoptères (Arthropodes-Insectes) du marais salé de l'embouchure de la Tafna (Tlemcen) (Doctoral dissertation).
22. **Chehma, A., (2005).** Etude floristique et nutritive des parcours camelin du Sahara septentrional Algérien .Cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa .Thèse Doctorat .université Badin Mokhtar. Annaba, 178p.
23. **Chenchouni, H. (2011).** Diagnostique écologique et évaluation du patrimoine biologique du lac Ayata (vallée de l'Oued Righ : Sahara septentrional algérien), *Mémoire de magister en écologie saharienne et environnement*, Université d'Ouargla, 144p.
24. **Chenini S., Elgueroui F., (2019).** Variabilité spatiale et analyse physico-chimique des sols et des eaux de Dayat Oum-Souid (Commune d'El-Mansoura). *Mémoire Master*, Université Ghardaïa, 85p.
25. **Cummins K. W., 1975.** Macro invertebrates, In B. A. Whitton (eds.), *River ecology*, Blackwell, London. 170-198.
26. **Direction de Planification d'Aménagement des Territoires (D.P.A.T.), (2009).** *Annuaire statistique de la Wilaya de Ghardaïa. Volume 1et2*, 84p.

27. **Direction de la Programmation et Suivi Budgétaire D.P.S.B. (2012).** Rapport de la wilaya de Ghardaïa. 131p.
28. **Direction de la Programmation et Suivi Budgétaire D.P.S.B. (2012).** Rapport de la wilaya de Ghardaïa, Edition 2019, P 6-11., P33.
29. **Dajoz, R., (1985).** Répartition géographique et abondance des espèces du genre *TriplaxHerbst* (Coléoptères, Erotylidae), *L'Entomologiste*, 41(3), 133-145.
30. d'Algerie, I, Répartition et ecologie (1ere partie) (*Insecta, Ephemeroptera*), *Bull, Soc, Hist*,
31. **Djemali N, Et Rahali Y., 2014.** Les macro invertébrés benthiques de quelques ruisseaux du parc National d'El Kala : structure, diversité et qualité biologique de l'eau, Mém, Master, Université Biskra ,1p.
32. **Douadi B., (1992).** Contribution l'étude bioécologique des peuplements Orthopérologique dans la région de Guerrara(Ghardaïa), développement ovarien chez *Acrotylus patruelis* (H.-S., 1838).Mémoire Ingénieur, Inst.Nati.Agro.El Harrach, 75p.
33. **Dubief, J., (1953).** Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara, Institut de Météorologie et de Physique du Globe de l'Algérie Service des Etudes Scientifiques ; Alger, Algérie.
34. **Durand J. R., et Lévêque C., (1981).** Flore et Faune aquatiques de l'Afrique Sahélo Soudanienne, Tome II. Editions de l'ORSTOM, Paris, France. 482 p.
35. **Ferreira, S. M., Pardal, M. A., Lillebø, A. I., Cardoso, P. G., & Marques, J. C. (2004).** Population dynamics of *Cyathura carinata* (Isopoda) in a eutrophic temperate estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 61(4), 669-677.
36. **Gagneur J, Thomas, A.G.B., (1988).** Contribution à la connaissance des Éphéméroptères
37. **Gagneur, J., Aliane, N., 1991.** Contribution à la connaissance des Plécoptères d'Algérie, in Alba-Tercedor J. Sánchezortega A. (eds), *Overview and Stratégies of Ephemeroptera and Placotera'* Gainesville. Sandhill Crane Press. Inc.: 311-324.
38. **Gagneur, J., Clerge-Gazeau, M., 1988.** Les *Simulies* d'Algérie (Diptera, Simuliidae) Premières données biogéographiques et écologiques sur les espèces de l'ouest algérien. *Ann1 Limnol.*, 24 (3) : 275-284.
39. **Gagneur, J., Giani, N., Martinez-Ansemil, E., (1986).** Les Oligochètes aquatiques d'Algérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 122 : 119-124.
40. **Gagneur, J., Thomas, A.G.B., (1988).** Contribution à la connaissance des Éphéméroptères d'Algérie. I. Répartition et écologie (1èr partie) (*Insecta, Ephemeroptera*). *Bull. Soc. Hist. Nat. Tou- louse*, 124 : 213-223.

41. **Haouchines. (2011).** Recherche sur la faunistique et l'écologie des macro invertébrés des cours d'eau de Kabylie, Mémoire de Magister, Faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi ousou, Algérie, 157 p.  
Hydrobiologie, 38: 1-8.
42. **Hynes H.B.N. (1971).** Zonation of the invertebrate fauna in a West Indian stream,
43. **Jolivet S., Masselot, G., (2004).** Substrat artificiels et évaluation biologique des étranges .Diplôme d'étude supérieur d'université Paul Sabatier, Toulouse, France. 80p.
44. **Klemm D.J., Lewis, P.A., Fulket, F., Lazorchak, J.M., (1990).** Macro invertebrate field and laboratory Méthodes for evaluating the biological integrity of surface waters, Cincinnati, Ohio, US, Environmental protection agency, office of research and development, environmental monitoring system's laboratory, EPA/600/4-90/030 256p.
45. **LAVANDIER, P., (1979).** Ecologie d'un torrent Pyrénéen de haute montagne : l'Est aragne,
46. **Le Berre, M., (1989).** Faune du Sahara- I : Poissons Amphibiens Reptiles, Paris, Le Chevalier Chabaud édition, 332p.
47. **Lounaci, A., (1987).** Recherches hydro biologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'Oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse Magister, U.S.T.H.B., 133p.
48. **Lounaci, A., Brosse, S., Thomas, A.G.B., Lek, S., (2000).** Abundance, diversity and community structure of macro-invertebrates in an Algerian stream: the SebaouWadi. Annales de Limnology, 36 (2), 123-133.
49. **Lounaci, D., (1996).** Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sebou. Thèse Magister, Univ. Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou: 152 p.
50. **Magurran, A.E., (2004).** Measuring biological diversity, Blackwell Publishing, Malden MA, 256 p.
51. **Mary, N., (1999).** Caractérisation physico- chimique et biologique des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie, proposition d'un indice biologique fonde sur l'étude des macros invertébrées benthiques, Thèse Pour l'obtention du titre de Docteur de l'Université Française du Pacifique:200p.
52. **Mason, W.T, Anderson, J.B., Morrison, G.E., (1967).** A limestone-filled, artificial substrate sampler-float unit for collecting macro invertebrates in large streams. Progressive Fish Culturiste, 29: 74.

53. **Moisan J., Pelletier, L., (2008)**. Guide de surveillance biologique basée sur les macros invertébrées benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, Canada. 86 p.
54. **Moubayed, J., Ait-Mouloud, S., Lounaci, A., (1992)**. Les Chironomides (Diptera) d'Algérie Bassin de l'oued Aïssi (Grande Ka- bylie). Nachr. Bl. Bayer. Ent., 41 : 21-29. Nat, Toulouse, 124: 213-223.
55. **Ouled Sidi Omar, S., (2016)**. Contribution à l'étude de la détermination de la qualité physicochimique des forages de la région de Metlili (wilaya de Ghardaïa), Mémoire de Master, Univ. Ghardaïa, p 65.
56. **Ozenda, P., (1983)**. Flore du Sahara septentrional. 2eme édition, Paris Cent. Nat. Rech. Scient., 622p.
57. **Ramade, F., (2009)**. Elément d'écologie: Ecologie fondamentale. 4<sup>ème</sup> édition. éditions Dunod Paris, 689p.
58. **Samraoui, B., Menai, R., (1999)**. A contribution to the study of Algerian Odonata. International Journal of Odontology, 2 (2), 145-165
59. **Sanogo, S., (2014)**. Inventaire des macros invertébrées de différents plans d'eau
60. **Sellam N, Zougaghe F, Pinel Alloul B,, Mimouni A,, Moulai R. (2017)**. Taxa richesse
61. **Sellam, N., Viñolas, A., Fatah, Z., Moulai, R., (2016)**. l'utilisation des Coleoptera, Ephemeroptera et Diptera comme bioindicateurs de la qualité des eaux de quelques Oueds en Algérie. Butlletí de l'Institutió Catalane d'Història Natural, 1133-6889.
62. **Shannon, C.E., Weaver, V., (1949)**. The mathematical theory of communication. Urbana, IL: University of Illinois Press.
63. **South Wood, T.R.E., (1977)**. Habitat, the temple for ecological strategies, Journal of Animal ecology, 46: 337-365.
64. **Sueur, J., Pavoine, S., Hamerlynck, O., Duvail, S., (2008)**. Rapid acoustic survey for bio diversity appraisal, PloS One, 2008; 3(12):e4065, Epub 2008 Dec 30.
65. **Tenkiano, N.S., (2017)**. Macro invertébrées benthiques et hyphomycètes aquatiques : diversité et implication dans le fonctionnement éco systémique des cours d'eau de Guinée. Thèse de doctorat d'Etat, Université Toulouse 3 Paul Sabatier, 523 p.
66. **Thomas, A., (1998)**. A provisional checklist of the Mayflies of North Africa (Ephemeroptera). Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse, 134: 13-20.

