

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Amar TELIDJI Laghouat

Faculté des Sciences

Département de Biologie

جامعة عمار ثليجي- الأغواط-

كلية العلوم

قسم البيولوجيا



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

***En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Biologie***

***Filière : Ecologie Animale***

***Option : Gestion des populations***

***Thème***

**Les macro-invertébrés D'Oued M'zi  
Inventaire et Dynamique**

***Présenté par : Mohamed Mohamed Mouloud Salma***

**Juin 2012**

**Encadré par :** *Mr. Chaibi Rachid* Maître Assistant A (président).

*M<sup>lle</sup>, Adjami Yasmine* Maître Assistant A (examinatrice).

*M<sup>lle</sup>, Sellam Nassima* Maître Assistant A (promotrice).

(Mohamed Mohamed Mouloud Salma).

(Les macro invertébrés d'Oued M'zi inventaire et dynamique).

### Résumé :

Cette étude vise à apporter des données sur l'inventaire des peuplements des macroinvertébrés d'oued M'zi durant l'année 2012.

L'étude de 7998 individus des macro-invertébrés, capturés dans 4 stations localisés au long de oued M'zi à une distance de 48 Km<sup>2</sup>, nous a permis d'identifier 7994 espèces soit 80% d'entre elles sont des insectes qui appartiennent principalement aux ordres des diptères (09familles), Ephemeroptères(03familles), les Coléoptères ,les Mollusques et les Annélides (2familles pour chacune),Crustacés, Hyménoptères, Hémiptères,Araignée aquatique, Nématode ,Thysanoptères,Hyménoptères et sous ordre d'Hétéroptères (1 famille pour Chacune).

Les résultats de l'analyse des indices écologiques montrent que le peuplement est très diversifié au niveau des stations de Trrig el oued ,Barrage Tadjmout et station sud est de Barrage, alors moins diversifié au niveau station Oued Boudrim ,ainsi que la quasi-totalité des individus ont représentées par deux grandes familles (les Diptère ;Chironomidae et les Annélides Tubificidae ).

L'application de l'Indice Biologique Globale Normalisé montre qu'une mauvaise qualité d'eau.

**Mots clés :** oued M'zi, macro invertébrés, indices écologiques, IBGN, indicateurs

(محمد محمد مولود سلمة)

( اللافقاريات الكبيرة بواد مزي جرد و القوى المحركة )

### ملخص:

تهدف هذه الدراسة الى تحديد خصائص عشيرة اللافقاريات الكبيرة لواد مزي خلال سنة 2012 . تمخض عن هذه الدراسة,إحصاء 7998 فرد من اللافقاريات الكبيرة على مسافة 48 كلم من واد مزي,تتوزع على نحو أربع محطات .,كما سمحت لنا بتحديد 26نوع منها 82,3 بالمئة من الحشرات التي تنتمي أساسا الى مجموعة ذوات الجناحين ( Diptères ), مثلت ب09 عائلات,من ضمن هذه العائلات عائلة Chironomidae مثلت 66 بالمئة ,الديدان مثلت 16,72 بالمئة بعائلة Tubificidae ,أما بالنسبة للمجموعات الاخرى كنت بنسبة 0,97 بالمئة.

نتائج تحليل المؤشرات البيئية أظهرت أن هذه العشيرة متنوعة في كل من المحطة 01, 02و03, أما بالمحطة الرابعة فالتنوع ضئيل جدا,وأن مجموع الأفراد تقريبا مثل بعائلتين كبيرتين , Tubificidae Chironomidae .

استنادا على تطبيق مؤشر الرصد الحيوي العام المعدل IBGN والتطور الحيوي لجودة المياه,وبواسطة مميزات بيولوجية لللافقاريات الكبيرة ,توصلنا الى أن جودة المياه على مستوى المحطات الأربعة المختارة بواد مزي سيئة للغاية.

**الكلمات الرئيسية:** واد مزي,اللافقاريات الكبيرة,المؤشرات البيئية و مؤشرات بيولوجية.




# Remerciements

*Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.*

*Et « quiconque ne remercie pas les gens, ne remercie pas Dieu»  
J'exprime ma gratitude à toutes les personnes qui m'ont aidé à la réalisation de ce travail.*

*Sans la disponibilité de monsieur CHAIBI, RACHID et  
M<sup>elle</sup>, SELLAM, NASSIMA au niveau du le département de biologie*

*Je tiens à remercier aussi :*

-  *Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail ;*
-  *Le corps d'enseignants qui ont assuré ma formation en écologie ;*
-  *Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de mon mémoire.*

**MOHAMED MOHAMED MOULOUD**

## Sommaire

Page

<b>Introduction</b> .....	01
---------------------------	----

### **Partie I : Généralité.**

I.1. NOTION D'ECOSYSTEME .....	03
I.1.1.Définition.....	03
I.2.STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEME D'EAU COURANTE.....	03
I.2.1.Le biotope .....	03
I.2.2.La biocénose .....	03
I.3.LA VIE DANS LES ECOSYSTEMES D'EAUX COURANTES .....	04
I.4.LA FAUNE DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUE.....	04
I.5.CYCLES VITAUX DES MACRO-INVERTEBRES BENTHIQUES.....	05
I.6. L'HABITAT DES MACRO-INVERTEBRES BENTHIQUES.....	07
I.7.CLASSIFICATION DES MACRO-INVERTEBRES SELON LES NIVEAUX TROPHIQUES.....	08
I.8.CLASSIFICATION DES MACRO-INVERTEBRES.....	10
I.9.UTILISATION DES MACRO-INVERTEBRES .....	10
I.10.LA SURVEILLANCE DE L'EAU .....	11
I.11.LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU.....	11

### **Partie II : Matériels et Méthodes**

II.1. PRESENTATION GENERALE DE LA WILAYA DELAGHOUAT .....	13
II.1.1. Situation géographique.....	13
II.1.1.1.La zone de l'Atlas Saharien.....	14
II.1.1.2.La zone des Hauts Plateaux et le Plateau Saharien .....	14
II.1.2.Hydrographie et hydrologie.....	14
II.1.3.Les ressources en eaux.....	14
II.1.3.1.Les eaux souterraines.....	14
II.1.4.Nature des sols.....	15
II.2.CLIMATOLOGIE .....	15

II.2.1. La température.....	15
II.2.2. Les précipitations.....	16
II.2.3. Humidité.....	17
II.3. LA SYNTHÈSE CLIMATIQUE.....	18
II.3.1. Le diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls.....	18
II.3.2. Climagramme pluviothermique d'Emberger.....	18
II.4. PRÉSENTATION D'OUED M'ZI.....	20
II.4.1. Oued M'zi.....	20
II.4.2. Oued Djedi .....	21
II.4.3. Choix et description des stations.....	22
II.4.4. CARACTÉRISATION PHYSIQUES DES STATIONS.....	23
II.4.4.1. La température de l'eau.....	23
II.4.4.2. Le substrat .....	24
II.4.4.3. La vitesse du courant .....	24
II.4.4.4. Le pH de l'eau .....	25
II.4.5.1. Station 01 : Trrig El Oued.....	25
II.4.5.2. Station 02 : (Barrage Tadjmout).....	26
II.4.5.3. Station 03 :(2km de barrage) .....	26
II.4.5.4. Station 04 : Oued Boudrim .....	26
II.5. TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES MACRO-INVERTEBRÉS .....	27
II.5.1. Échantillonnage benthique .....	27
II.5.2. Liste de matériel de terrain.....	28
II.5.3. Étapes d'échantillonnage de les macro-invertébrés .....	29
II.6. TRAITEMENTS DES ÉCHANTILLONS IN VITRO.....	29
II.6.1. Conservation des échantillons .....	29
II.6.2. Préparation des échantillons .....	30
II.6.3. Matériels utilisés au laboratoire.....	30
II.6.4. L'identification des macro-invertébrés .....	30
II.7. MÉTHODES D'ANALYSE DE LA STRUCTURE DU PEUPLEMENT.....	31
II.7.1. Indice de diversité.....	31
II.7.2. Indice de diversité de SHANNON.....	32

II.7.3.1. Indice d'équipartition des populations (équitabilité) .....	32
II.7.3.2. L'indice de similarité de Sorensen.....	33
II.7.4. Les indices biologiques.....	33
II.7.4.1. L'indice biologique global normalisé (IBGN).....	34
II.7.4.1.1. Principe générale.....	34
II.7.4.1.2. Objet et limites de l'I.B.G.N.....	34
II.7.4.1.3. Calcul de l'indice.....	35

### **Partie III : Résultats et discussion.**

III.1. LES PARAMETRES PHYSICO-CUIMIQUES.....	36
III.1.1. La température de l'eau.....	36
III.1.2. La vitesse du courant.....	36
III.1.3. Le pH de l'eau.....	37
III.1.4. La profondeur de la lame d'eau.....	37
III.2. L'ANALYSE GLOBALE DE LA FAUNE BENTHIQUE.....	37
III.3. L'ANALYSE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DE LA FAUNE BENTHIQUE.....	39
III.3.1. Les Diptères.....	39
III.3.2. Les Coléoptères.....	39
III.3.3. Les Ephéméroptères .....	40
III.3.4. Les Hétéroptères.....	41
III.3.5. Les Annélides.....	41
III.3.6. Autres groupes zoologiques.....	41
III.4. L'ANALYSE GLOBALE SPACIALE.....	41
III.4.1. Station de Trrig el oued (ville de Laghouat) .....	41
III.4.2. Station 02 Barrage Tadjmout .....	42
III.4.3. Station 03 (2km de Barrage).....	44

III.4.4. Station Oued Boudrim.....	45
III.5. L'ANALYSE TEMPORELLE.....	45
III.5.1. Mois de Janvier.....	45
III.5.2. Mois de Février.....	46
III.5.3. Mois de Mars.....	47
III.5.4. Mois d'Avril.....	48
III.5.5. Mois de Mai.....	49
III.6. LA CONSTANCE(C%).....	50
III.7. Application d'indices de diversité des peuplements.....	51
III.7.1. Richesse totale .....	51
III.7.2. Indice spécifique de Shannon-Weaver et l'équitabilité.....	51
III.7.3. Répartition spatiale.....	51
III.7.4. Variation temporelle des indices Shannon et Perlo .....	52
III.8.EVALUATION DE LA QUALITE HYDROBIOLOGIQUE DE COURT D'EAU.....	53
III.8.1.L'analyse des stations.....	53
III.8.1.1.Station 01 (Trrig el oued).....	53
III.8.1.2.Station Barrage Tadjmout.....	54
III.8.1.3.Station 03 .....	55
III.8.1.4.Station 04 Oued Boudrim .....	55
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>55</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Classification des macro-invertébrés	11
02	Les valeurs moyennes mensuelles de la température de l'air, enregistrées dans la région d'étude 2001-2011 (ONM Laghouat).	15
03	Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations de la région de Laghouat (2001-2011)	17
04	Moyenne mensuelles de l'humidité relative de l'air (H) exprimées en (%) dans la région de Laghouat (2001-2011) (ONM).	17
05	Echelle granulométrique de Wentworth modifiée. (Malavoi et Souchon, 1989)	24
06	Les principaux indices biologiques utilisés.	34
07	les classes de qualité et les valeurs de l'IBGN	35
08	les valeurs enregistrées de la température d'eau dans les stations d'étude.	36
09	les valeurs enregistrées de vitesse du courant dans les stations d'étude.	36
10	les valeurs de pH mesurées au niveau des 4 stations étudiées.	37
11	les différentes valeurs de profondeur de la lame d'eau dans les 4 stations d'étude.	37
12	nombre des familles par groupe zoologique.	38
13	liste des faunes benthiques recensées dans la station 01.	42
14	liste de la faune benthique recensées dans la station Barrage Tadjmout.	43
15	liste de la faune benthique recensée dans la station 03 (2km de Barrage).	44
16	liste de la faune benthique recensée dans la station d'Oued Boudrim.	45
17	les différentes valeurs calculées d'indice d'accourence	50
18	les valeurs de la richesse totale de chaque station.	51
19	les valeurs calculées de l'IBGN dans la station du Trrig el oued.	54
20	les valeurs calculées de l'IBGN dans la station du Barrage Tadjmout	54
21	les valeurs calculées de l'IBGN dans la station 03 Tadjmout.	55
22	les valeurs calculées de l'IBGN dans la station Oued Boudrim.	55

## Listes des figures

N°	Titre	Page
01	schéma représentatif d'une chaîne alimentaire.	05
02	Cycles vitaux des macro- invertébrés d'eau douce (Tachet et al 2000).	06
03	Schéma global du fonctionnement trophique dans les cours d'eau (d'après Ivol-Rigaut, 1998).	09
04	Les macro-invertébrés indicateurs de la qualité de l'eau (Melhaoui 2009).	12
05	Carte de situation géographique de la wilaya de Laghouat.	13
06	Variation mensuelle de la température moyenne 2001 – 2011 (ONM Laghouat)	16
07	Variation des précipitations mensuelles de la région de Laghouat 2001 -2011 (ONM)	17
08	l'humidité relative de l'aire (H) exprimées en (%) dans la région de Laghouat (2001-2011) (ONM).	17
09	Diagramme ombrothermique de Gausson de la région du Laghouat (2001 2011).	18
10	Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région de Laghouat (2001-2011).	19
11	Carte représente une partie d'Oued M' zi.	20
12	carte des sous bassins du Chott Melghig	22
13	Carte représente les 04 stations de notre région d'étude.	22
14	Photo de station 01.	25
15	Photo de station 02	26
17	Photo de station 03.	26
18	Photo de station 04.	26
19	Filet Surber pour prélèvement de macro invertébrée.	27
20	un filet troubleau fabriqué à la main.	28
21	Photo d'un Seau.	28
22	Thermomètre.	28

23	pH mètre.	28
24	Exemple disposition du coup de filet (Moisan et Pelletier, 2008).	29
25	abondance relative des groupes faunistiques dans les cours d'eau étudiés.	38
26	répartition des familles des Diptères au niveau des 4 stations.	39
27	répartition des familles des Coléoptères au niveau des 4 stations.	40
28	répartition des familles des éphéméroptères au niveau des 4 stations.	40
29	abondance relatif des individus au niveau de station du Trrig el oued.	43
30	abondance relatif des individus au niveau de station du Barrage Tadjmout.	44
31	abondance relatif des individus au niveau de station 3 (2 km du Barrage).	45
32	répartition des familles récéncés dans toutes les stations durant le mois de Janvier.	46
33	répartition des familles récénces dans toutes les stations durant le mois de Février.	46
34	répartition des familles récénces dans toutes les stations durant le mois de Mars.	48
35	répartition des familles récénces dans toutes les stations durant le mois d'Avril.	49
36	répartition des familles récénces dans toutes les stations durant le mois du Mai.	49
37	fréquence d'apparition (constance) enregistrée chez les individus récoltés.	50
38	variation spatiale des indices de Shannon et Perlo.	51
39	variation temporelle des indices Shannon et Perlo.	52

### 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 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 (Dynesius et Nilsson 1994). Ils jouent des rôles essentiels dans la conservation de la biodiversité dans la fonctionnement des organismes et dans le cycle de matière organique les réseaux hydrographiques, du monde entier ont été plus ou moins modifiés par les activités humaines (Evera et Powell.2002) la plupart des cours d'eau ont souffert des effets anthropiques :régression d'espèces diminution des stocks de poissons épuisement des eaux souterraines ,dégradation de la qualité de l'eau .crues de plus en plus fréquentes et intenses.

La gestion des écosystèmes aquatiques répond à deux préoccupations essentielles que sont la protection de l'écosystème et de ces potentialités biologiques en tout que l'élément majeur de notre environnement et la préservation des ressources hydriques.

Les études faunistiques (invertébrés benthiques), écologiques (répartition spatiale structure des communautés), revêtent d'une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion, des systèmes naturelles et, d'autre part dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydro systèmes.

L'étude de la faune de macros invertébrées benthiques des cours d'eau d'Algérie a été entreprise ces dernières décennies afin de dresser un inventaire aussi exhaustif que possible et d'avoir des connaissances sur la systématique, l'écologie ainsi que la biogéographe.

Un certain nombre de travaux sur ce pays ont été déjà exposés par différents auteurs auxquels viennent s'ajouter des essais faunistiques réalisés récemment, les premières études sur la limnologie datent du XIX<sup>ème</sup> siècle

Après les années 80. Des programmes d'études hydro biologiques furent lancés par les laboratoires des universités d'Alger ,Tizi-Ouzou ,de Tlemcen et de Guelma les principaux travaux connus sont ceux de : Gagneur et *al.*, (1986) sur les oligochètes d'Algérie, Lounaci (1987) sur la faune benthique du bassin de l'oued Aïssi, Arab (1989) sur les peuplements aquatiques des oueds Mouzaia et Chiffa, Gagneur & Aliane (1991) sur les plécoptères du bassin de la Tafna, Moubayad et *al.*, (1992) sur les diptères chironomidae d'Algérie, Samraoui et *al.*, (1993) sur les odonates de la région d'El-kala, Zouakh (1995) sur les

macro-invertébrés et les poissons de l'oued El Harrach, Lounaci-Daoudi (1996) sur les macro-invertébrés de l'oued Sébaou, Boghni, Samraoui (2002), Afri-Mehennaoui et *al.*, (2007) sur la biodiversité de la faune macro-invertébrés benthiques de l'oued Kébir-Rhumel. Zougaghe et Moali (2009) sur la structuration et la variabilité des peuplements de macroinvertébrés benthiques du bassin versant de la Soummam. HAMZAOUI (2009), sur la macrofaune benthique de oued Saoura (wilaya de Bechar) et Sekhi (2010) sur les macro invertébrés des cours d'eau Tiout ,Hadjadj et Maghrar (wilaya de Naàma) et enfin HAOUCHINE Sabrina (2011),sur la faunistiques et l'écologie des macro invertébrés des cours d'eau de Kabylie.

Les macro-invertébrés forment une partie importante des écosystèmes d'eau douce. Ils servent de nourriture à nombre de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux. C'est un groupe très diversifié, et les organismes le composant possèdent des sensibilités variables à différents stress telles la pollution ou la modification de l'habitat. Les macro invertébrés sont les organismes les plus souvent utilisés pour évaluer l'état de santé des écosystèmes d'eau douce. (Moisan, J., 2010).

A l'heure actuelle, les macro-invertébrés représente le groupe le plus agréable pour l'évaluation de la qualité de l'eau, ils sont largement utilisés dans les plans des surveillances des écosystèmes aquatiques.

Oued M'zi est l'un des plans aquatiques a caractère permanant, c'est un véritable écosystème de plusieurs espèces tels que poissons, tortus, oiseaux, serpent, grouille et quelques visiteurs temporaire comme par exemple mammifères.

L'objectif de notre travail est :

- D'apportes des nouvelles données sur l'inventaire du peuplement des macro-invertébrés d'oued M'zi.
- Evaluer la qualité hydro biologique de l'eau et du milieu par les voies biologiques.

Ce travail se compose de trois parties, la premier partie est une généralité sur les macro-invertébrées, le second partie des méthodes et techniques d'échantillonnages En suite la troisième partie est consacré à l'étude de la faune, l'analyse et la discussion des résultats.

## I. NOTION D'ECOSYSTEME

### I.1. Définition :

Un écosystème est une unité écologique de base comportant une biocénose (communauté d'organismes vivants : animaux, végétaux) et son biotope (environnement, milieu abiotique déterminé offrant aux populations animales et végétales des conditions d'habitats relativement stables), l'ensemble étant lié par un système d'interactions. Il s'agit donc d'un système unitaire vivant et fonctionnel, comportant de multiples composants ayant entre eux des relations de type dynamique.

## I.2. STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEME D'EAU COURANTE

### I.2.1. Le biotope :

Le biotope correspond à des l'ensemble du milieu abiotique. Dans le cas des écosystèmes d'eau courante, il est constitué par l'eau et le substrat (lit, berges), et dépend principalement de facteurs géologiques, topographiques et climatiques qu'il est important de connaître. En un secteur donné du cours d'eau, le biotope va être défini par plusieurs paramètres parmi lesquels :

- ❖ **La vitesse d'écoulement de l'eau**, différenciant des milieux lotiques (vitesse élevée) et des milieux lentiques, voire stagnants (vitesse faible à quasi nulle). La vitesse du courant dépend essentiellement du débit, la pente. La configuration du fond, largeur et profondeur du lit.
- ❖ **La nature du substrat** : définie principalement par la granulométrie, le fond des cours d'eau étant composé d'éléments de tailles variables (blocs, pierres, galets, graviers, sables, limons ...) en fonction de la nature du sol, du type d'écoulement et de la pente du cours d'eau.
- ❖ **La composition des berges** (pente, présence de végétation, substrat...).
- ❖ **La composition physico-chimique de l'eau** (température, oxygène dissous, charge en éléments nutritifs, paramètres géochimiques, polluants éventuels...)

### I.2.2. La biocénose

Elle est constituée par l'ensemble des peuplements végétaux et animaux. La flore et la faune d'eau douce sont très diversifiées et comportant classiquement des représentants de tous les groupes d'organismes vivants : virus, bactéries, champignons, algues, végétaux supérieurs, invertébrés et vertébrés.

### I.3.LA VIE DANS LES ECOSYSTEMES D'EAUX COURANTES

La vitesse du courant et la quantité d'oxygène dissous, semblent être deux facteurs essentiels de la répartition de la faune et de la flore dans les milieux aquatiques. La faune présente une grande diversité, et de la source à l'embouchure, on note l'existence de biocénose très diverses, dont la composition est directement liée aux conditions écologiques du milieu (Chaumeton et *al.*, 2002).

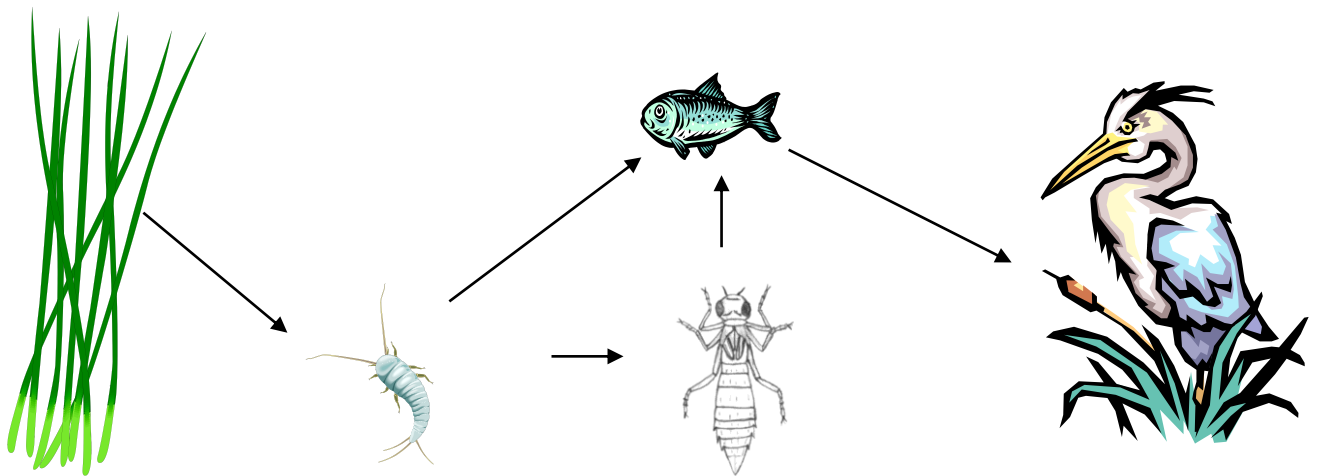
- Dans les sources où la température est basse, constante, et l'oxygénation importante, la diversité spécifique est généralement faible. Ces zones sont caractérisées par la présence de quelques larves d'insectes et des vers du groupe des plathelminthes.
- Dans le cours supérieur où le courant est fort, ce sont les larves d'insectes qui dominent, accompagnées de quelques mollusques et crustacés. Elles sont souvent très nombreuses et trouvent sur les fonds pierreux, une quantité de refuges ainsi qu'une abondante nourriture (couverture de périphyton sur les pierres).
- Dans le cours inférieur, les espèces précédentes ont disparu et font place à des organismes mieux adaptés aux conditions nouvelles qui règnent ici : la faible vitesse du courant favorise l'augmentation de la température et entraîne une diminution de la quantité d'oxygène dissous. Les insectes sont là encore bien représentés, mais par des espèces différentes de celles qui sont observées en amont. Par contre, les mollusques (gastéropodes et lamellibranches) sont nombreux.

A ces organismes complètement engagés dans le monde aquatique, au moins durant une partie de leur cycle de vie, sont associées des communautés de rivages, essentiellement constituées par les amphibiens, les oiseaux et certains mammifères.(Chaumeton et *al.*, 2002).

### I.4.LA FAUNE DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUE

Les animaux non vertébrés représentent 98 % de la faune aquatique et se répartissent de la façon suivante : les protozoaires 22%, les vers 25 %, les insectes 37 %, les mollusques 2 %, les arachnides 7% et les crustacés 5%.(O N de l'Eau et des Milieux Aquatiques, 2010). Les invertébrés regroupent tous les animaux qui n'ont pas de squelette d'os ou de cartilage (Moisan, 2010). Elle représente une variété d'espèces de forme et d'aspect différents (Insectes, vers, crustacés....etc.).

La communauté des macro invertébrés fait partie des bio-indicateurs et qui sont les plus utilisées par les scientifiques pour évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques (Barbour et *al.*, 1999 ). Les macro-invertébrés benthiques forment un important maillon de la chaîne alimentaire. Plusieurs d'entre eux aident également à la décomposition de la matière organique.



**Figure 01** : schéma représentatif d'une chaîne alimentaire.

De plus, ils sont un maillon essentiel de la chaîne alimentaire et occupent donc un étage important dans la pyramide alimentaire.

### **I.5.CYCLES VITAUX DES MACRO-INVERTEBRES BENTHIQUES**

Les organismes benthiques présentent des degrés variables de réponse aux changements des conditions du milieu. Contrairement aux insectes qui passent leur stade adulte à l'air libre, d'autres invertébrés benthiques comme les mollusques, les crustacés et les annélides sont exclusivement liés au milieu aquatique (Fig. 2A). A cause de leur faible mobilité et de leur durée de vie, ils reflètent les conditions dans lesquelles ils vivent. L'appréciation de l'état écologique des plans d'eau et de l'impact des activités humaines peut donc être atteinte en s'intéressant aux facteurs régissant la répartition de ces communautés dulcicoles et leur écologie.

Le cycle vital des macro-invertébrés varie de quelques semaines (ex. les diptères Simuliidae) à plusieurs décennies (ex. les bivalves du genre *Margaritifera*) (Tachet et al., 2000).

Les insectes se caractérisent par un développement de l'oeuf à l'adulte qui passe par des stades successifs impliquant des métamorphoses. Les métamorphoses complètes (insectes holométaboles) comportent toutes les phases : oeuf - larve - nymphe - imago ou adulte. Tandis que chez les insectes hémimétaboles dits à métamorphose incomplète, la larve acquiert progressivement des ailes et des organes sexuels, sans passer par le stade nymphe (Fig. 2B). Par contre chez les insectes amétaboles, les larves sont identiques et ce en terme de taille par rapport aux adultes.

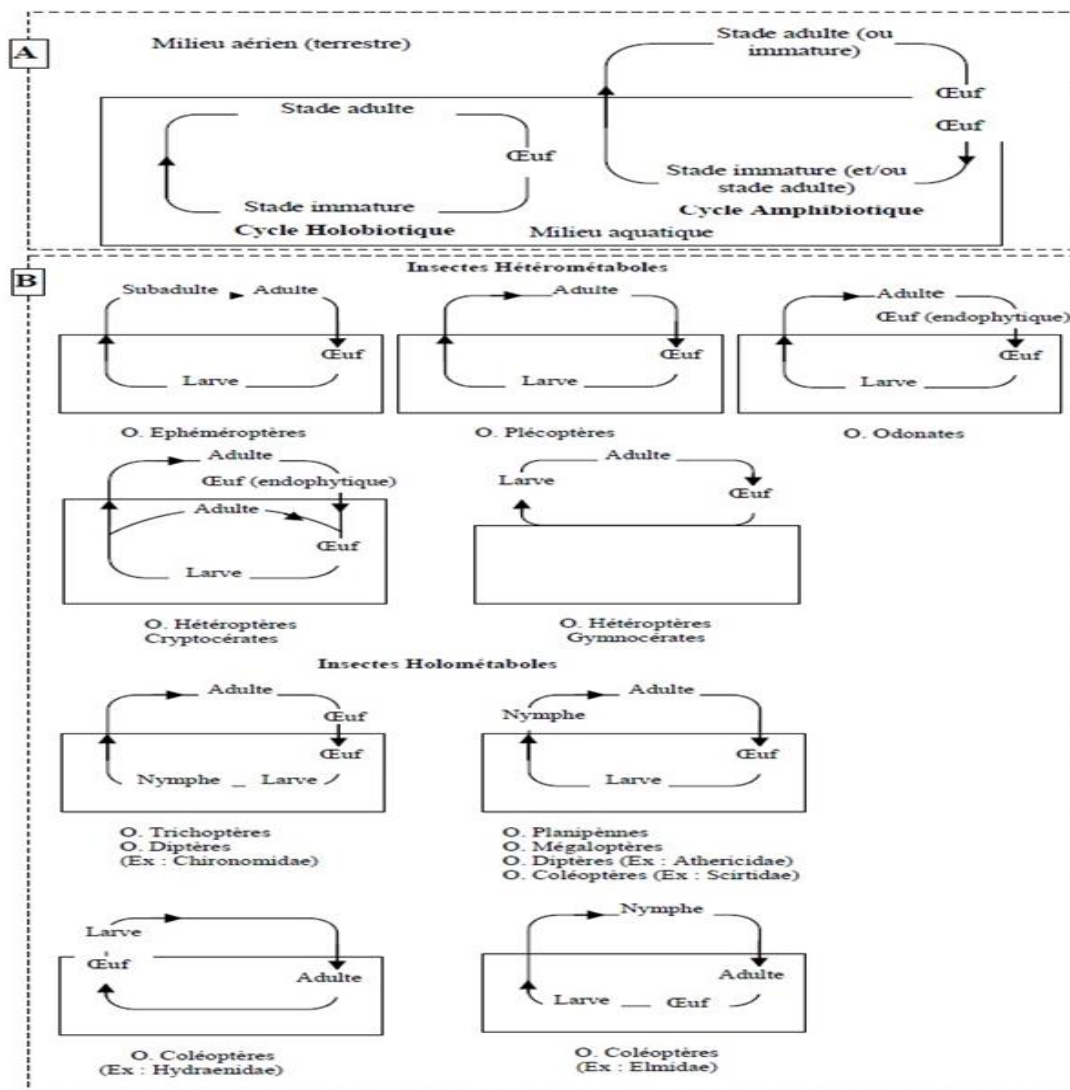


Figure 02 Cycles vitaux des macroinvertébrés d'eau douce (Tachet et al., 2000) : A : (Holobiotique et Amphibiotique), B : (Holométaboles et Hétérométaboles)

## I.6.L'HABITAT DES MACRO-INVERTEBRES BENTHIQUES

L'habitat des macros invertébrées benthiques est très varié. Ces organismes se retrouvent dans différents milieux aquatiques, tels les rivières, les criques, les marais au fond boueux, les lacs, les cours d'eau au fond rocheux et vaseux. Ils recherchent des endroits où ils peuvent s'agripper, se nourrir, se cacher et dans certains cas se reproduire. On appelle ces endroits des « habitats physiques ». En rivière, où les eaux sont en mouvement, nous retrouvons trois types d'habitat : les seuils, les mouilles (écoulements réguliers) et les fosses. (Guillaume, 2010).

La diversité et le nombre d'organismes peuvent varier de façon considérable d'un habitat à l'autre.

**Les seuils:** peu profonds, courant rapide et un lit caillouteux.

**Les mouilles:** plus profondes, courant plus lent sur un lit de sable et de gravier.

**Les fosses:** profonds, courant lent sur un lit de boue et de vase.

**En eau rapide,** on retrouve des organismes capables de s'agripper à l'aide de crochets spéciaux ou de structures de type succion. Ces animaux ne bougent pas beaucoup; ils rampent sur le substrat (les surfaces solides). Certains, comme les trichoptères(phryganes), construisent des structures pour se maintenir en place : on peut les comparer à des maisons portatives appelées « étuis » ou «fourreaux». D'autres sont très plats et de forme hydro dynamique pour éviter de se faire emporter par le courant. Ils se nourrissent en filtrant l'eau ou en attrapant leurs proies au passage. Ces macros invertébrées de courant rapide possèdent souvent des pattes et des pièces buccales spécialisées

**En eau plus lente,** comme dans les fosses des rivières, on retrouve des organismes qui ont moins besoin de s'agripper. Ces macro-invertébrés vont chercher leur nourriture en se déplaçant, contrairement à ceux des eaux plus rapides où la nourriture se rend à eux. Ils sont donc adaptés à bouger, pour vivre à la surface, sur le fond ou dans les sédiments mous (boue). On retrouve souvent de plus grandes différences quant à la grosseur des organismes des eaux lentes. Ils sont moins hydrodynamiques car le courant est faible ou nul..(Guillaume, 2010).

## I.7. CLASSIFICATION DES MACRO-INVERTEBRES SELON LES NIVEAUX TROPHIQUES

Une conception de la structure et du fonctionnement d'un écosystème aquatique a été développée par Cummins (1973), Cummins et Klug (1979). Elle est basée sur les liens trophiques qui constituent le ciment fixant les biocénoses ensemble.

Les invertébrés aquatiques sont considérés comme des consommateurs primaires et secondaires, mais une classification plus fine, selon les niveaux trophiques de ceux-ci a été proposée par ces auteurs. Elle tient compte essentiellement du mode d'ingestion, de la nature et de la taille des particules alimentaires ingérées. C'est ainsi que six groupes trophiques ont été définis :

**1- Les déchiqueteurs** : ils se nourrissent de plantes vasculaires vivantes (macrophytes, bryophytes) et de matière organique grossière de tailles supérieures à 1mm. Pour broyer et découper ces grosses particules, les déchiqueteurs sont également équipés de pièces buccales particulières.

**2- Les collecteurs** : ils récoltent la matière organique fine qui dérive dans la colonne d'eau, soit à l'aide d'un filet comme les larves d'*Hydropsyche*, soit à l'aide de branchies filtrantes comme les simulies.

**3- Les racleurs** : ce sont les macro-invertébrés qui broutent par des dispositifs particuliers le périphyton qui se développe sur le substrat (algues et microflore associée). La taille des particules ingérées est inférieure à 103 $\mu$ . Les racleurs présentent également des adaptations morpho-éthologiques leur permettant de maintenir leur position une fois exposés au courant et à la turbulence de l'eau, telles que l'aplatissement dorso-ventral ou la présence de ventouses ventrales (Cummins et Klug, 1979).

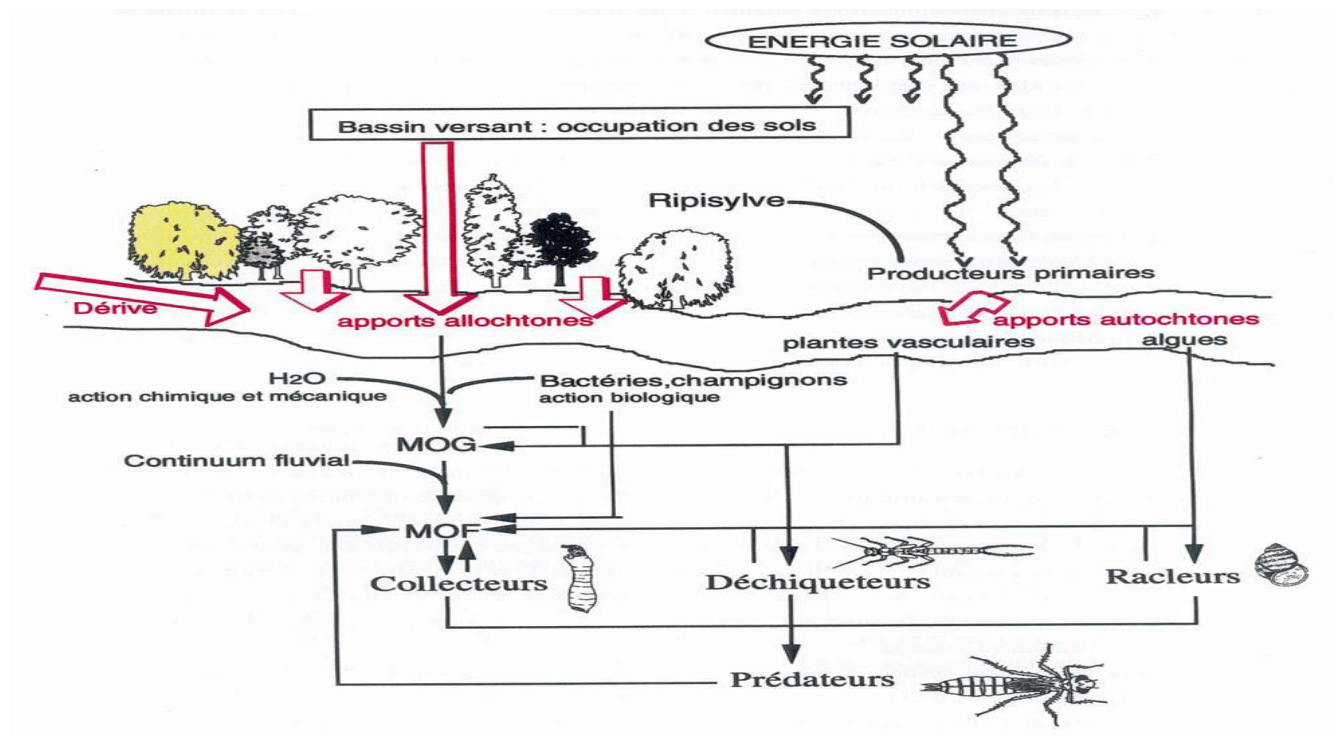
**4- Les collecteurs-racleurs** : régime mixte partagé entre deux types.

**5- Les prédateurs** : ils regroupent tous les macro-invertébrés qui se nourrissent de proies vivantes ou de fragments d'animaux vivants ou morts de taille supérieure à 1mm. Pour ce faire, ils sont équipés ou présentent des adaptations particulières leur permettant de chasser, de piquer, de sucer et d'accrocher leurs proies. De même, les membres antérieurs favorisent la capture comme chez la Nèpe ou chez le Gerris. Certaines Sangsues (sangsues médicinales) sont hématophages, elles sont dotées d'une mâchoire puissante. Les Glossiphoniidae sucent l'hémolymphe des Mollusques et des Arthropodes aquatiques. En effet, une étude de Johnson (in Cummins et Klug, 1979) pouvant servir de modèle général a montré que lorsque les proies sont abondantes, la locomotion du

prédateur diminue et au contraire, lorsque la densité des proies diminue, les mouvements augmentent.

**6- Les indifférenciés** : ce sont les invertébrés pour lesquels on peut difficilement établir le groupe trophique d'appartenance, soit les familles pour lesquelles les modes sont variables en fonction de la sous-famille, de la tribu (des Chironomidae), ...etc.

Chacun de ces groupes trophiques participe activement aux flux et aux transferts de la matière et de l'énergie dans les cours d'eau. Vannote et *al.*, (1980) ont montré que de l'amont vers l'aval, les conditions physiques (hydrologie, géomorphologie, physico-chimie) évoluent et forment un gradient continu de ressources trophiques disponibles. Le long du cours d'eau, les espèces de macro-invertébrés présenteraient des stratégies différentes en fonction de la qualité et de la quantité de nourriture disponible selon la théorie du River Continuum Concept (RCC).



**Figure 03** : Schéma global du fonctionnement trophique dans les cours d'eau (d'après Ivol-Rigaut, 1998).

Dans les zones amont, les apports d'énergie sont essentiellement liés aux débris d'origine terrestre issus de la ripisylve. Pour la faune benthique, les feuilles mortes et autres débris ligneux et celluloseux tombés dans le cours d'eau, représentent une source de nourriture non négligeable étant donné que les déchetiques en sont les principaux consommateurs. Avec le temps et sous l'action de l'eau et de l'activité microbienne, ces débris sont dégradés et décomposés en particules organiques grossières (taille  $\geq 1\text{mm}$ )

puis en particules organiques fines plus à l'aval (0.5mm <taille < 1mm), ces dernière étant consommée par les collecteurs. Parallèlement dans les zones amont, les déchiqueteurs ont un impact tout à fait significatif dans les flux de matière. Ils participent à 30 % de la transformation des matières organiques grossières (MOG) en matières organiques fines (MOF) (Petersen et Cummins, 1974).

### I.8.CLASSIFICATION DES MACRO-INVERTEBRES

Le groupe des macro-invertébrés regroupe x ordres, et chaque ordre indique un état caractéristique de l'écosystème étudié. La classification pour les insectes est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau 01** : Classification ordinaires des différents groupes de macro-invertébrés adoptées par Smith (2001) pour les non insectes et celle de Merritt et Cummins (1996).

Classe des insectes	non insectes	Autres organismes
Ordre des Ephéméroptères	Ordre des crustacés	Collemboles.
Ordre des Plécoptères	Ordre des Amphipodes	Insectes ailés autre que
Ordre des Diptères	Ordre des Isopodes	Coléoptères,
Ordre des Odonates	Ordre des Décapodes	Hémiptères ou
Ordre des Mégaloptères	Ordre des Tardigrades	Nymphe.
Ordre des Coléoptères	Ordre des Hydracariens	Araignée.
Ordre des Hémiptères	Ordre des Planaires	Hydres.
Ordre des Lépidoptères	Ordre des Némertes	
	Ordre des Nématodes	
	Ordre des Annélides- Oligochètes	
	Ordre des Annélides-Sangsues	
	Ordre des Ostracodes	
	Ordre des Cladocères	
	Ordre des Copépodes	
	Ordre des Mollusques	

### I.9.UTILISATION DES MACRO-INVERTEBRES

Selon Gagnon et Pedneau, 2006, les macro-invertébrés sont largement utilisés pour évaluer l'état de la santé des lacs et des cours d'eau puisqu'ils possèdent plusieurs caractéristiques d'un bon indicateur de la santé d'un écosystème .En effet :

- ✓ Ils sont sédentaires et fournissent donc un signal d'un impact directement sur le site échantillonné.
- ✓ Ils sont faciles à récoltes.
- ✓ Il est possible pour des volontaires ayant suivi une formation de les identifier.

- ✓ Ils répondent aux changements de la qualité de l'eau et de l'habitat.
- ✓ Ils sont omniprésents.
- ✓ Ils ne représentent pas une ressource économique ou récréative.
- ✓ Ils intègrent le facteur temps ainsi que les variations des conditions chimiques, physiques et biologiques de l'eau.
- ✓ Ils possèdent un niveau de tolérance à la pollution qui est variable.

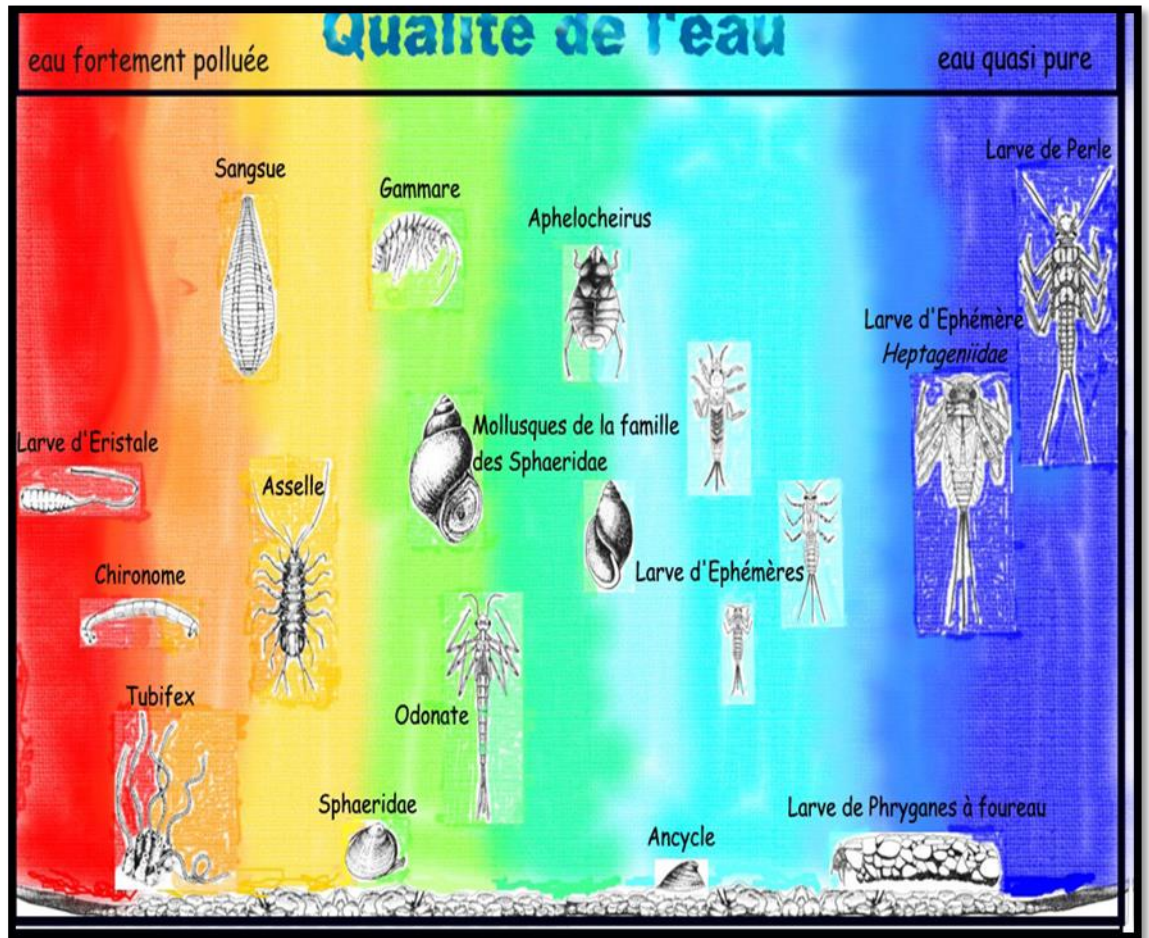
### **I.10.LA SURVEILLANCE DE L'EAU**

La surveillance écologique est une étude à long terme de l'état des espèces, des populations et des indicateurs environnementaux en vue de constater les changements survenus dans les écosystèmes au fil du temps. La surveillance de l'eau est essentielle afin d'accroître notre compréhension du milieu naturel et notre sensibilisation face aux changements au sein de ce milieu (Gagnon et Pedneau, 2006). Ces mêmes auteurs signalent que les données recueillies par le biais de programmes de surveillance écologique peuvent servir de premier indicateur aux problèmes auxquels font face les écosystèmes. Ces données permettent d'effectuer des enquêtes sur les sources des changements écologiques et sur la réduction possible des effets néfastes. Suivant ce concept plusieurs programmes de surveillance de l'eau ont été mis en œuvre dans divers pays.

### **I.11.LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU**

Pour l'évaluation de la qualité des cours d'eau il faut adopté la grille établie par Melhaoui (2009)

- Excellente qualité : classe « bleu »
- Bonne qualité : classe « verte »
- Passable ou moyenne qualité : classe « jaune »
- Médiocre qualité : classe « orange »
- Très mauvaise qualité : classe « rouge »



**Figure 04:** Les macro-invertébrés indicateurs de la qualité de l'eau (Melhaoui 2009).

## II.1. PRESENTATION GENERALE DE LA WILAYA DE LAGHOUAT

### II.1.1 Caractéristiques générales de la région de Laghouat

#### II.1.1.1 Situation géographique :

Laghouat est située au piémont de l'Atlas Saharien, du côté nord, elle s'étend sur le plateau saharien du côté sud. De nature mixte entre les hautes terres d'un côté et les basses terres de l'autre, constituant ainsi, une liaison et une zone tampon entre le Nord et le Sud du pays (URBATIA., 1995). La région de Laghouat, est éloignée de la capitale Alger de 400 Km, lui est reliée par la route nationale n° (01). Sur la latitude Nord de 33° 48', et la longitude Est de 02°35', elle prend l'altitude de 752 m, avec une population estimée à 389.166 habitants, à un taux d'accroissement de 2,11% ; soit une densité de : 15,53 Hab/Km<sup>2</sup> (C.D.F., 1998). Sa superficie est de : 25.052 Km<sup>2</sup>, répartie comme suit :

- SAU : 71.213 ha dont 19.767 ha irrigués.
- Pacage et parcours : 1.846.493 ha.
- Forêts : 91.000 ha.
- Autres : 496.494 ha.

De part sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, elle fait partie du groupe des neufs (09) Wilayat pastorales du pays ainsi que des Wilayat du Sud. Elle est issue du découpage de 1974 (D.P.A.T., 2007).

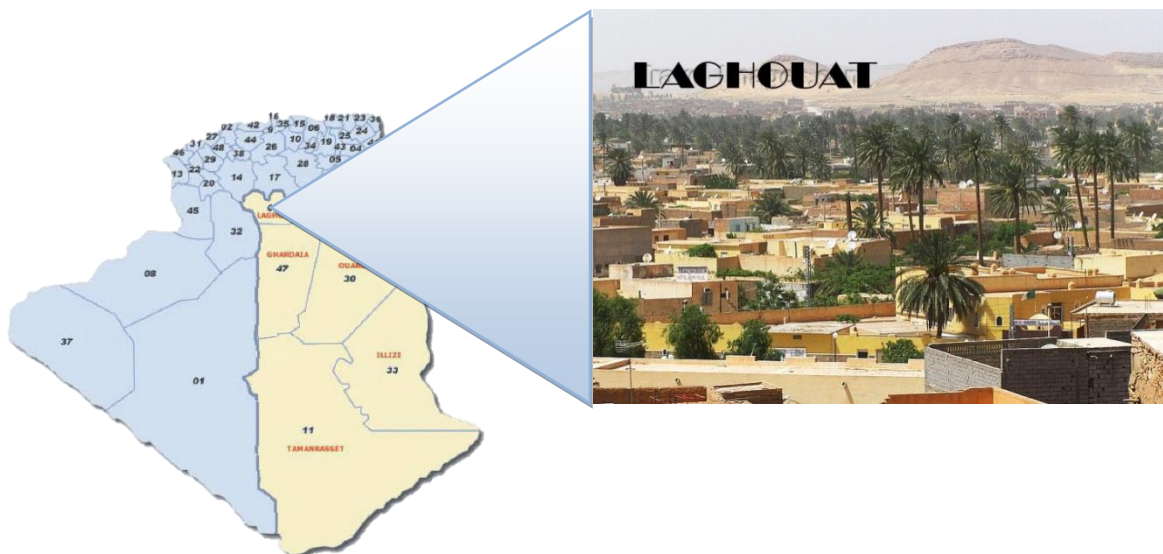


Figure 05 : Carte de situation géographique de la wilaya de Laghouat.

La Wilaya est limitée au nord par la wilaya de Djelfa, à l'Ouest par la wilaya d'El Baydh, au Nord-ouest par la wilaya de Tiaret et vers le sud par la wilaya de Ghardaïa. Elle compte actuellement 24 communes regroupées en 10 Daïras, sur le plan naturel, Laghouat est constituée de deux zones distinctes (D.P.A.T., 2007) :

#### **II.1.1.2. La zone de l'Atlas Saharien :**

Caractérisée par des altitudes allant de 1.000 à 1.700 m avec des pentes de 12,5 à 25 %. Cette zone au Nord Ouest de la Wilaya (régions d'Aflou et Brida), est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de : 47.095 ha, de nappes alfatières couvrant une superficie de 315.125 ha ainsi que depacages et parcours d'une superficie de 1.531.766 ha.

#### **II.1.1.3. La zone des Hauts Plateaux et le Plateau Saharien :**

Elle est caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1.000 m et des pentes de 0 à 3 % cette zone est constituée des vastes étendues steppiques d'une superficie de 1.900.000 ha dont une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées.

#### **II.1.2. Hydrographie et hydrologie:**

Le réseau hydrographique est fortement influencé à la fois par les variations saisonnières et interannuelles de la pluviométrie et le relief formant un cloisonnement topographique (Halitim., 1998).

Les principaux oueds sont : oued M'Zi, oued Touil, et oued Medsous. Les deux zones (Nord-ouest, Sud-est) sont traversées par trois oueds dont le plus important est Oued M'Zi. Son cours va du Nord-ouest vers le Sud-est. Il y a lieu d'ajouter l'existence de plusieurs sources qui constitueraient un apport considérable pour l'agriculture si toute fois leurs captages seraient réalisés (C.D.F., 1998).

#### **II.1.3. Les ressources en eaux : Selon DSA (2008)**

##### **II.1.3.1. Les eaux souterraines :**

Du point de vue ressources en eaux souterraines, cette région se caractérise par un faible potentiel en eau, on distingue trois systèmes aquifères, à savoir : la nappe phréatique du quaternaire, le complexe terminal, et le continental intercalaire. Les réserves en eau sont estimées à plus de 350 millions de m<sup>3</sup>. Les ressources souterraines se trouvent situées dans les parties ou couches du sol suivants :

- Les grés Calcaires du crétacé inférieur ;
- Les grés Albiens et les Calcaires Turoniens ;
- Dans les calcaires du crétacé supérieur ;
- Dans les dépôts d'atterrissement.
- Forage : 330 avec un débit de 4774 l/s.
- Puits : 3261 avec un débit de 14740 l/s.

- Les eaux superficielles :
- Barrage infero flux : 1 avec un débit de 150 l/s.

#### II.1.4. Nature des sols

La région de Laghouat se distingue principalement par trois grands ensembles de sols, l'un se caractérise par les piémonts de l'Atlas saharien, le second par la plaine alluviale de l'Oued M'Zi et l'autre par un plateau à surface plane avec une charge caillouteuse en surface, ces sols sont généralement peu profonds. Les roches mères de ces sols sont le plus souvent constituées par des formations marneuses et calcaires, ce qui explique leur richesse en sels solubles et en calcaires (Khadraoui., 2004).

## II.2. CLIMATOLOGIE

Le climat représente incontestablement un des facteurs important, exerçant directement ou indirectement son influence sur les caractéristiques hydrologiques et les changements hydrochimiques. Ces différents facteurs climatiques agissent à tous les stades de développement des animaux en limitant l'habitat de l'espèce. Les êtres vivants ne peuvent se maintenir en vie qu'entre certaines limites bien précises de température, d'humidité et de pluviométrie. En deçà ou au delà de ces limites, les populations sont éliminées (Dajoz, 2003).

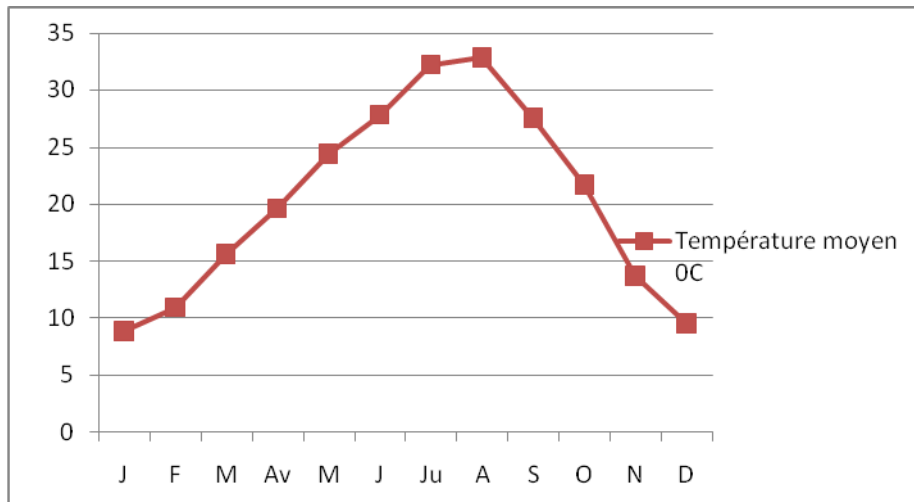
**II.2.1. La température :** La température est un facteur limitant de toute première importance, elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de toutes les espèces et les communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003). Toutes les valeurs thermiques enregistrées entre 2001 et 2011 de notre région d'étude sont indiquées dans le tableau ci-dessous

**Tableau 02 :** Les valeurs moyennes mensuelles de la température de l'air, enregistrées dans la région d'étude

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Tot
T moyen °C	8.81	10.9	15.58	19.61	24.43	27.85	32.26	32.89	27.57	21.71	13.6	9.53	20.4
T max °C	16.27	18.32	23.36	27.19	32.17	39.1	43.7	42.32	35.37	29.42	21	16.32	28.7
T mini	2.408	3.61	7.48	9.85	16.17	21.56	26.19	25.15	20	14.39	6.84	3.28	13.0

pendant les années 2001-2011

L'analyse du tableau montre que sur une période de 10 ans, la température moyenne annuelle est de 20.4°C. Le mois le plus froid est le mois de janvier avec une moyenne de 8.81°C. En revanche, le mois le plus chaud est en juillet 32.7°C. La période la plus chaude où les températures dépassent les 32°C s'étalait sur cinq mois à compter du mois de mai jusqu'au septembre. Par contre, la période froide s'établit surtout au cours des mois de décembre, janvier et février dont la température moyenne est inférieure 11°C.



**Figure 06 :** Variations mensuelle de la température moyenne 2001 – 2011 (ONM Laghouat)

### II.2.2. Les précipitations :

Le fonctionnement, la répartition des écosystèmes terrestres et aquatiques, et la répartition des êtres vivants sont en fonction de la pluviométrie qui est considérée comme un facteur d'importance fondamentale (Ramade, 2003).

Les précipitations connaissent de grande fluctuation d'un mois à un autre. La zone de notre étude connaît une plus grande concentration des précipitations au cours de la période automno-hivernale où les précipitations atteignent leur maximum au mois de septembre.

Nous notons que les précipitations annuelles pour la période (2001-2011) indiquent un taux de précipitation de **177.945mm** où la valeur maximale est de **30.64mm** qui a été enregistrée au cours du mois de septembre et une valeur minimale au mois de juillet avec une moyenne de **5.62mm** (figure 07). Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations de la région d'étude (Laghouat) sont représentées dans le tableau 03.

Tableau 03 : Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations de la région de Laghouat (2001-2011)

Mois	J	F	M	Av	M	J	Ju	A	S	O	N	D	Moy/an
Précipitation en mm/ an	11.58	8.52	11.24	24.7	11.33	10.38	5.62	17.03	30.64	27.43	9.39	10.08	177.9

(ONM Laghouat).

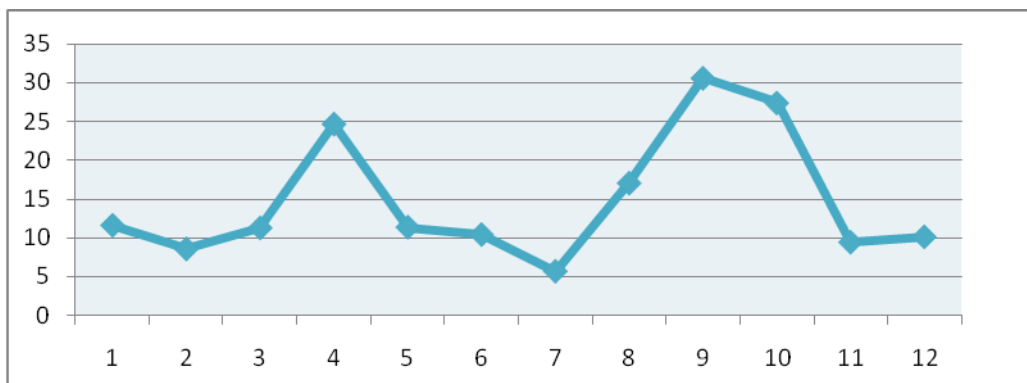


Figure 07 : Variation des précipitations mensuelles de la région de Laghouat 2001 -2011 (ONM)

II.2.3.Humidité :

L’humidité de l’aire est varié d’un mois à l’autre, elle est en moyenne de 53.24 % par année et atteint le maximum e 75.3% et le minimum 29.4% pour la période 2001à 2011 (tableau 00)

Tableau 04: Moyenne mensuelles de l’humidité relative de l’aire (H) exprimées en (%) dans la région de

mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juan	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	moy
H(%)	72.3	63.49	49.29	50.29	43.89	37.8	29.4	35.7	51.9	59.89	69.69	75.3	53.2

Laghouat (2001-2011) (ONM).laghouat

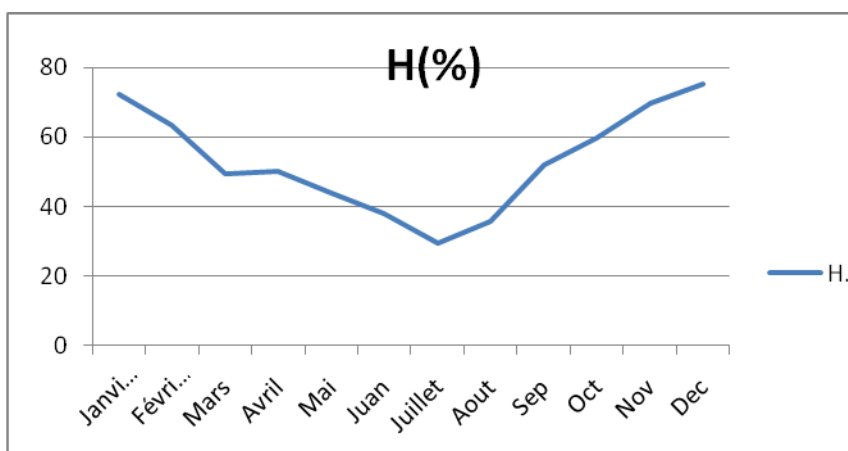
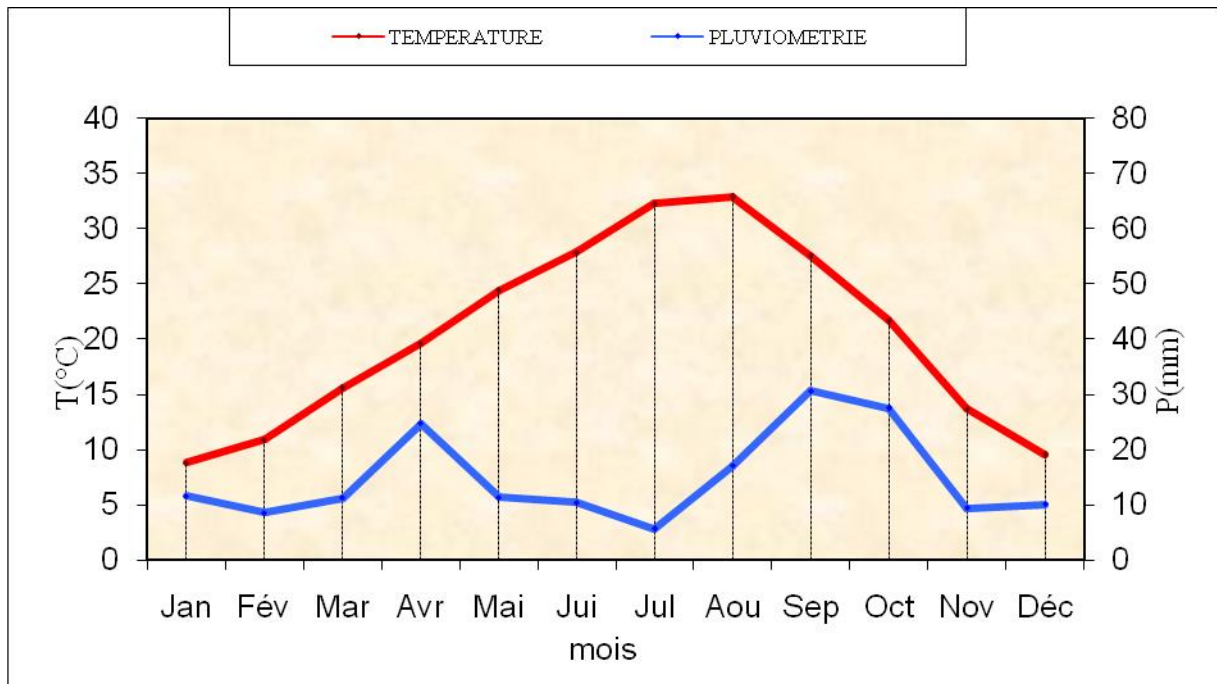


Figure 08 :l’humidité relative de l’aire (H) exprimées en (%) dans la région de Laghouat (2001-2011) (ONM).

### II.3.LA SYNTHÈSE CLIMATIQUE

#### II.3.1. Le diagramme Ombrothermique de Gausсен et Bagnouls :

Gausсен, considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P), exprimée en mm est inférieure ou égale au double de la température moyenne mensuelle (T) en degrés Celsius ( $P \leq 2T$ ) (Dajoz, 2003). Partant de ce principe, nous avons établi le diagramme



**Figure09** : Diagramme ombrothermique de Gausсен de la région du Laghouat (2001-2011) .

#### II.3.2. Climagramme pluviothermique d'Emberger

Le quotient pluviothermique d'Emberger  $Q_2$  caractérise le climat méditerranéen. Il permet de situer une zone d'étude x dans un étage bioclimatique. La valeur du quotient pluviothermique est déterminée par la formule suivante :

$$Q_2 = 3,43 \times P / M - m \text{ (STEWART, 1969)}$$

$Q_2$ : quotient pluviothermique d'Emberger

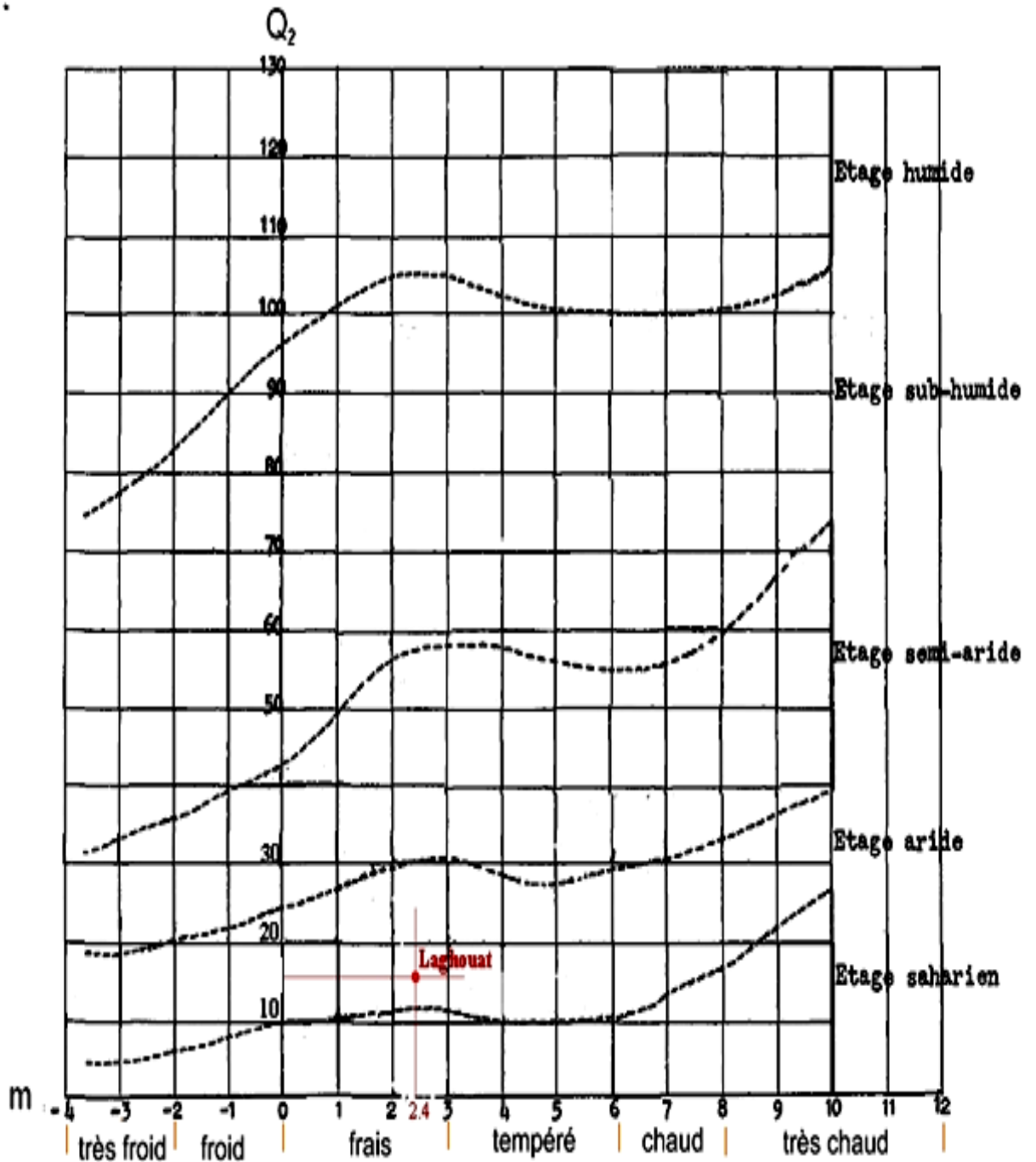
$M$  : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud en °C

$m$  : Moyenne des températures minima du mois le plus froid en °C

$P$  : somme des précipitation annuelles en mm

$$Q_2 = 3.43 \times 177.945 / 43.7 - 2.4 \quad \text{donc} \quad Q_2 = 14,77.$$

Le quotient de la région d'étude est égale à 14,77 pour une période qui s'étale sur 10 ans (2001 à 2011). En rapportant cette valeur sur le climagramme d'Emberger et en se basant sur la valeur moyenne du mois le plus froid ( $m = 2,4^\circ\text{C}$ ), on constate que la région du Laghouat se localise dans l'étage bioclimatique aride à hiver frais. (figure 10).



**Figure 10 :** Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région de Laghouat (2001-2011).

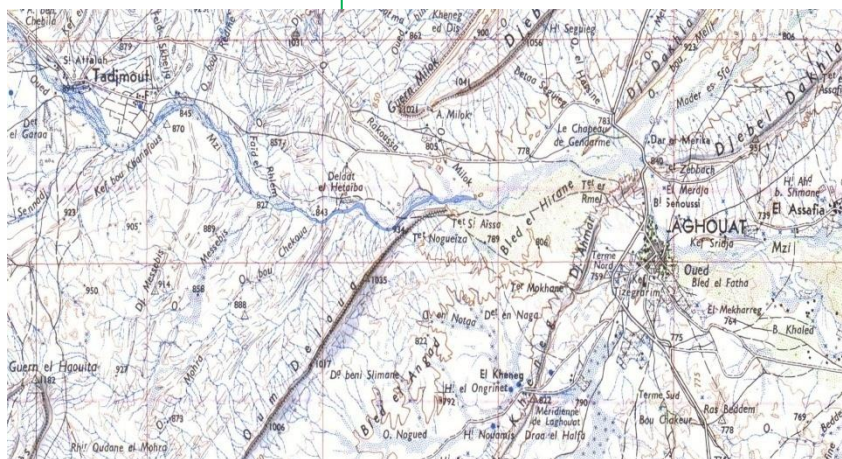
#### II.4.PRESENTATION D'OUED M'ZI

Dans les régions arides et semi-arides, les précipitations, étant caractérisées par de fortes irrégularités, ont généralement des effets dévastateurs et néfastes à travers les crues des cours d'eau. Ces oueds qui ne présentent pas d'écoulement pérennes sont, en fait, la principale origine de l'alimentation des aquifères, notamment les nappes de l'inféro-flux. Le régime pluviométrique des cours d'eau est fonction du régime de la pluviométrie.

Ces cours d'eau se caractérisent par un régime torrentiel et se manifestent dans de courtes durées. Les apports sont très variables d'une année à l'autre. Une partie importante de l'eau de ces cours d'eau est évaporée et le reste alimente les aquifères souterrains. Ces écoulements qui sont diffus sur les flancs des reliefs deviennent concentrés au niveau des oueds. Les eaux précipitées sur les hauteurs septentrionales (Atlas saharien, Aurés) sont acheminées vers les zones basses (chott).(Chabour, 2006).

##### II.4.1. Oued M'zi

L'oued M'zi prend naissance à djebel chebka à une altitude de 1536 m ,plusieurs oued déversent dans l'oued de M'zi ,dont l'oued Mssad,l'oued oum Senndji ,l'oued Reddine et l'oued Mseka .l'oued M'zi couvre une superficie 1618 km<sup>2</sup> .son réseau hydrographique bien organisé en amont est composé principalement par les oueds M'said et M'zi ,qui prennent leur source au cœur de l'Atlas saharien centrale et qui confluent juste à l'exutoire du secteur d'El Fetha .



**Figure 11 :** Carte représente une partie d'Oued M' zi.

#### II.4.2.Oued Djedi :

L'oued Djedi couvre une superficie de 24200 Km<sup>2</sup>. C'est le cours d'eau le plus important oued. Il traverse toute la région située à l'ouest du méridien de Biskra et se jette dans le Chott Melghir. Il est orienté Ouest – Est, mais au cours de son trajet, il subit des déviations locales et c'est ainsi qu'au niveau de Sidi Khaled il bifurque au Nord pour ne reprendre sa direction initiale qu'au niveau de Lioua. L'oued Djedi peut être considéré comme le collecteur de la vaste gouttière qui s'étend sur plus de 500 km au pied de l'Atlas saharien (Dubieff, 1953). Elle est assez fortement inclinée (2 pour mille) vers l'ENE., partant de Rass Echaab, à 969 mètres d'altitude, au chott Melghir, à une vingtaine de mètres au dessus du niveau de la mer. (Chabour. 2006).

L'origine de l'Oued Djedi se situe à la confluence des deux oueds : M'zi et Messad. Sur son passage, il reçoit plusieurs oueds provenant du flanc sud de l'Atlas saharien. Les crues les plus fortes arrivent jusqu'au Chott,

Les autres sont ralenties et s'évaporent ou s'infiltrent dans les plaines et les oasis. Les principaux affluents sont pour la partie occidentale :

- l'oued M'zi qui prend naissance à une altitude de 1400 m.
- l'oued Messad qui prend naissance à une altitude de 1000 m.
- l'oued Merguel et l'oued Moudjbara qui prennent naissance à une altitude d'environ 1400 mètres et se rejoignent pour former l'oued Demmed.

Plus à l'Est les affluents deviennent moins importants, leurs origines étant à une altitude bien moins élevée et leurs bassins beaucoup plus restreints :

- l'Oued Kharsa dont le réseau prend naissance dans les monts du Zab recoupe les massifs de Groun El Kebch et Hamara. Il est relayé dans la plaine par l'oued Doucen qui rejoint à son tour l'oued Djedi au sud de Lioua

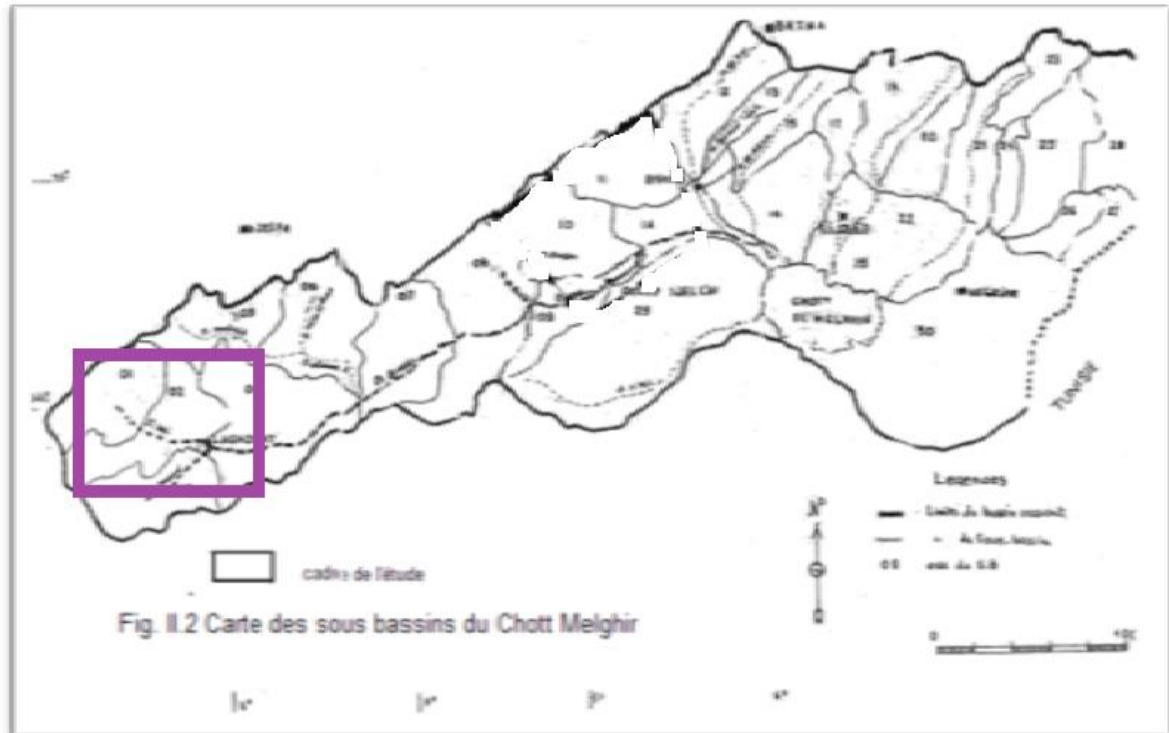


Figure 12 : carte des sous bassins du Chott Melghig

#### II.4.3. Choix et description des stations

Notre étude consiste d'apporter des données sur l'inventaire de peuplement des macro invertébrés d'oued M'zi.

Nous avons choisi les 04 stations sur une distance de 48 Km entre la ville de Laghouat jusqu'au la commune de Tadjmout, selon l'accessibilité et la structure géologique de cette région, ainsi que oued M'ZI disparaît sous les sables pour refluer à Laghouat.

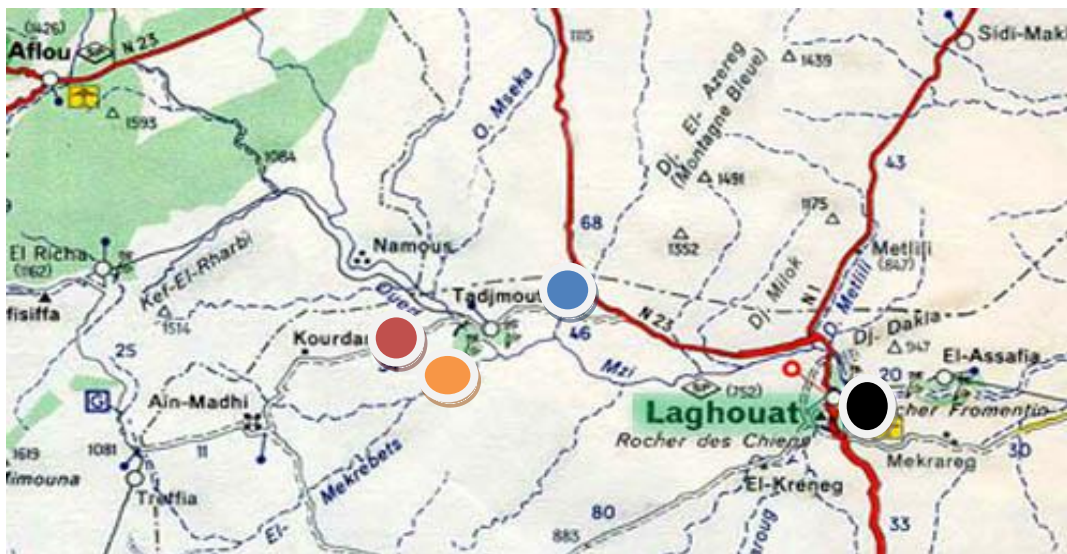


Figure 13 : Carte représente les 04 stations de notre région d'étude.



Station 01 (Trrig el oued).



Station 02 (Barrage Tadjmout).



Station 03 (2 km Est de Barrage).



Station 04 (Oued Boudrim)

#### II.4.4. CARACTÉRISATION PHYSIQUES DES STATIONS

D'après Angelier (1980), il est possible de caractériser les milieux d'eau courante par leurs facteurs physiques tels que l'altitude, la pente, la largeur du lit, la vitesse du courant, le substrat et la température qui évoluent régulièrement de l'amont vers l'aval, ainsi que les facteurs chimiques de l'eau.

D'autres facteurs écologiques tels que la végétation (ripisylve et végétation aquatique), la distance à la source, l'orientation et le mode d'alimentation des cours d'eau ainsi que les influences humaines ont également une certaine importance car ils agissent sur les facteurs fondamentaux et par conséquent, ils ont une influence indirecte sur la faune. D'autres travaux montrent l'importance des paramètres conditionnant l'occupation spatiale et temporelle des différents habitats. Certains d'entre-eux, comme la nature du substrat et la vitesse du courant, sont habituellement considérés comme facteurs écologiques majeurs susceptibles d'influencer directement la répartition de la faune benthique (Hynes, 1970 ; Lavendier, 1979 ; Minshell, 1984).

Les stations prospectées sont caractérisées par un ensemble de paramètres environnementaux. Parmi ces facteurs écologiques, on peut citer, la vitesse du courant, la nature de fond, la température de l'eau et de l'air, le pH, la largeur et la profondeur de la lame d'eau.

Certains de ces paramètres sont faciles à mesurer (altitude, pente, substrat...), or que d'autres restent peu fiables (largeur du cours d'eau, profondeur du lit, largeur du lit mineur, largeur du lit majeur, ...), et cela suite aux irrégularités des débits qui entraînent des modifications des rives lors des crues ou des basses eaux.

##### II.4.4.1. La température de l'eau :

La température de l'eau est un facteur écologique primordial dans les eaux courantes. Celle-ci varie régulièrement en fonction de quelques d'autres paramètres à savoir : l'altitude, la distance à la source, le régime hydrologique, la ripisylve et les saisons

(Lounaci, 2005). Ce paramètre est mesuré à l'aide d'un thermomètre au moment de l'échantillonnage

#### II.4.4.2. Le substrat :

Le substrat est défini comme une association d'éléments minéraux, présentant des caractères homologues sur une surface d'au moins 1 à 10 m<sup>2</sup>. Quant à la taille des particules, elle est conditionnée par le régime hydrologique et la pente.

Le substrat est décrit pour chaque station en se référant à l'échelle de Wentworth modifiée (Malavoi et Souchon, 1989)

**Tableau 05 :** Echelle granulométrique de Wentworth modifiée. (Malavoi et Souchon, 1989)

Limons et Argiles	L-A	[0 - 0,0625[
Sables (fins et grossiers)	S (SF, SG)	[0,0625 – 2[
Graviers (fins et grossiers)	G (GF, GG)	[2 - 16[
Cailloux (fins et grossiers)	C (CF, CG)	[16 - 64[
Pierres (fines et grossières)	P (PF, PG)	[64 - 256[
Blocs	B	[256 – 1024[
Dalles	D	> 1024

modifiée (Malavoi et Souchon, 1989)

#### II.4.4.3. La vitesse du courant :

Dans les milieux aquatiques d'eaux courantes, la vitesse du courant est un paramètre majeur qui conditionne la présence des organismes benthiques. Les invertébrés benthiques présentent d'ailleurs des adaptations morphologiques en fonction de type du milieu qu'ils colonisent : ventouses chez les diptères, griffes chez les plécoptères, branchies en plaques chez les éphéméroptères, crochets anal chez les trichoptères.

Dans ce travail, en raison des difficultés de la mesure de la vitesse du courant, elle est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station. Les mesures de vitesse effectuée en surface du cours axial à l'aide d'un flotteur lâché en dérive sur une distance connue, le temps mis par le flotteur à parcourir cette distance permet de calculer la vitesse. Les relevés de la vitesse de l'eau qui ne présentent que des valeurs indicateurs, sont classés selon l'échelle de BERG.

- Vitesse très lente, inférieur à 0,1 m/s;
- Vitesse lente, 0,1 à 0,25 m/s;

- Vitesse moyenne, 0,25 à 0,5 m/s;
- Vitesse rapide, 0,5 à 1 m/s;
- Vitesse très rapide, supérieur à 1m/s,

#### II.4.4.4. Le pH de l'eau :

Le pH des milieux aquatiques est essentiellement en fonction de la composition chimique de la solution aqueuse, qui est déterminée par la nature des structures géologiques traversées et de l'activité des organismes.

L'activité photosynthétique provoque dans les milieux aquatiques d'importantes variations diurnes de pH. Pendant la journée, l'absorption intense de gaz carbonique entraîne une élévation de pH et une précipitation des carbonates, ainsi le mécanisme inverse intervient pendant la nuit. Le bicarbonate de calcium donne aux eaux naturelles un pouvoir tampon permettant le rétablissement des conditions initiales en cas de pollution par des déversements acides (Pesson, 2000).

Le pH des eaux continentales, très variable, est étagé dans les cas extrêmes depuis trois pour les fleuves situés ou traversant des substrats rocheux très acides, jusqu'au dix pour certaines eaux très dures que l'on rencontre dans les milieux karstiques. Dans le cas général, le pH des cours d'eau est compris entre 6,5 et 8,5 (Ramade, 2003). Dans cette étude, le pH de l'eau est mesuré à l'aide d'un pH-mètre du terrain.

#### II.4.5.1 Station 01 : Trrig El Oued

Situé dans la ville de laghouat chef lieu du wilaya

- Altitude : 870 m
- Profondeur : 25 à 40cm.
- Vitesse du courant : moyenne.
- Substrat :Sable limons.
- Végétations bordant : Tamarix.
- Végétations aquatiques : des algues verts.
- Actions anthropiques : prélèvement de sable ; les régés urbains et industriels :



Figure 14 : station 01.

**II.4.5.2.Station 02 : (Barrage Tadjmout)**

Situé 11km de la ville Tadjmout, dans la route du Ain Madhi sous le pont de Oued M'ZI.

Situé 70 m à l'est de barrage

- Altitude : 1040 m.
- Profondeur : 20 à 25 cm.
- Vitesse du courant : lente.
- Substrat : sableux-rocheau.
- Végétations bordant : Tamarix.
- Végétations aquatiques : les algues vertes.
- Actions anthropiques : prélèvement de sable.



**Figure 15:** station 02

**II.4.5.3.Station 03 :(2km de barrage)**

Cette station situé 2km à nord- est de barrage Tadjmout.

- Altitude : 1040 m
- Profondeur : 10 à 16 cm
- Vitesse du courant : moyenne.
- Substrat : Sable-roche.
- Végétations bordant : Tamarix.
- Végétations aquatiques : -----
- Actions anthropiques : prélèvement de sable.



**Figure 16:** station 03.

**II.4.5.4.Station 04 : Oued Boudrim .**

Situé 38 km de la ville du laghouat sur la route **Laghouat** –branchement du **Tadjmout**.

- Altitude : 1020 m
- Profondeur : 20 cm
- Vitesse du courant : très lente.
- Substrat : roche
- Végétations bordant : -----
- Végétations aquatiques : -----
- Actions anthropiques : réjets industriels : eaux usés.



**Figure 17:**station 04.

## II.5. TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES MACRO-INVERTEBRÉS

### II.5.1. Échantillonnage benthique :

Le matériel biologique provient de prélèvement benthique, ils ont été effectués à l'aide d'un filet Suber pour le faciès lotiques et d'un filet troubleaux pour le faciès lentiques

**Milieu lotique :** les prélèvements de la faune sont effectués sur des surfaces de l'ordre  $1/20^{\text{ème}}$  ( $25\text{cm} \times 20\text{cm}$ ). ils sont réalisés dans des zones peu profondes inférieures à 40 cm, pour chaque récolte l'opérateur a été le même, de façon à maintenir les conditions de prélèvement aussi voisines que possible d'une série à l'autre.

L'échantillonneur de type surber possède un cadre carré. il est placé sur le fond du lit, l'ouverture de filet face au courant le substrat se trouvent dans la surface d'échantillonnage est lavé récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes dans le filet. les formes solidement fixées sont détachés à l'aide d'une pince et la faune interstitielle est récupérées par raclage du fond, le courant entraine ainsi les organismes dans le filet.

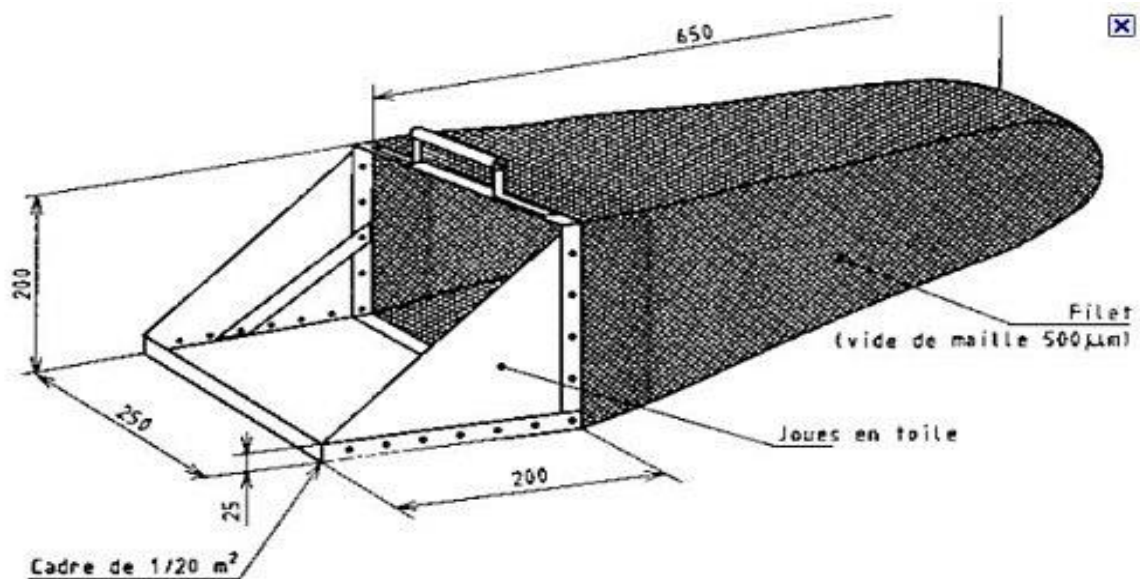


Figure 18 : Filet Surber pour prélèvement de macro invertébrée

**Milieu lentique :** dans les zones d'une calme où se déposent les sédiments fins, les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet troubleaux (filet à manche) à ouverture circulaire de 30 cm de diamètre l'échantillonnage est réalisé par dragage au filet des fonds sableux limoneux et /ou vaseux en faisant des mouvements de va et vient sur une distance d'une mètre environ.



Figure 19 : un filet troubleau fabriqué à la main

### II.5.2. Liste de matériel de terrain

- Filet troubleau de 25cm de largeur (figure 20),



Figure 20 :Seau.



Figure 21 : Thermomètre



Figure 22 :pH mètre.

- Étiquettes n papier résistant à l'eau
- Appareil photo
- Crayon-feutre indélébile
- Fiches de terrain (annexe 19).

### II.5.3. Etapes d'échantillonnage de les macro-invertébrées :

- ❖ **1<sup>ère</sup> étape** : Choisir une station de 100 m de longueur, représentative du cours d'eau étudié.
- ❖ **2<sup>ème</sup> étape** : Il doit être bien rincé le filet avant de commencer l'opération afin d'éviter la contamination par des spécimens n'appartenant pas à la station prospectée.
- ❖ **3<sup>ème</sup> étape** : Sur le point d'échantillonnage, il faut mélanger les deux interfaces eau-sédiment par des simples mouvements en passant l'ouverture de filet sur quelques centimètres de la couche superficielle.
- ❖ **4<sup>ème</sup> étape** : Le contenu de chaque coup de filet est transféré dans un seau. Lorsque les N coups de filet sont transférés dans les boîtes en plastique, les gros débris (roche, battons et feuilles) sont inspectés et nettoyés, Les organismes sont remis dans l'échantillon et les débris, jetés, Les petits débris ne sont pas inspectés, Il est très important de débarrasser l'échantillon des plus grosses roches afin qu'elles n'écrasent pas les organismes lors du transport, Ensuite l'échantillonnage doit être rincé à l'eau claire afin d'élever les sédiments fins.

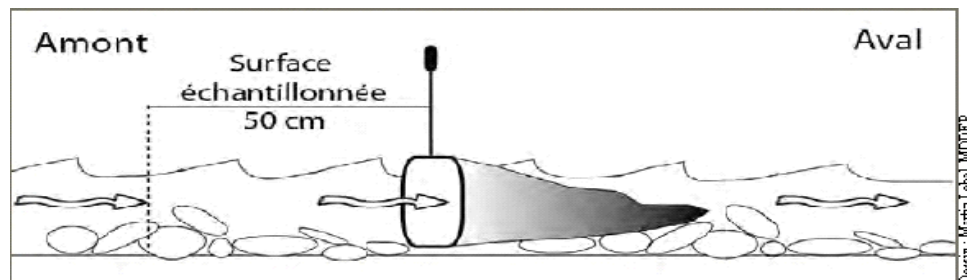


Figure 23 : Exemple disposition du coup de filet (Moisan et Pelletier, 2008).

## II.6. TRAITEMENTS DES ÉCHANTILLONS IN VITRO

### II.6.1. Conservation des échantillons :

Les échantillons récoltés sont transférés dans des sachets en matière plastique puis fixés à l'aide d'une solution de méthanol à 95% sur le lieu même de prélèvement, la date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notés à chaque prélèvement.

### II.6.2. Préparation des échantillons :

Cette opération consiste à extraire la faune du substrat contenue dans l'échantillon. Elle se fait au laboratoire, ou les échantillons sont rincés sur une série de tamis de mailles de tailles décroissante (5 à 0.2 mm), afin d'éliminer au maximum le substrat fin restant et les éléments grossiers (graviers, plantes, feuille.). Le contenu des tamis est ensuite versé dans une bassine puis transvasé dans des béciers 50 cl.

### **II.6.3. Matériels utilisés au laboratoire:**

- Loupe binoculaire.
- Microscope optique.
- Boîte de pétrie à différents diamètres
- Pipette pasteur.
- Pissette d'eau distillée.
- Guides d'identification.
- Etiquettes d'identification .
- appareil photo.

### **II.6.4. L'identification des macros invertébrés :**

Pour traiter un échantillonnage récolté, on peut choisir d'identifier tous les organismes ou de procéder à un sous-échantillonnage afin d'identifier seulement une partie. Pour cela nous nous sommes référés au guide d'Henri Tachet, Philippe Richaux, Michel Bournaud et Philippe Usseglio-Polatera .2002. Aussi une guide d'identification des principaux macro-invertébrés benthiques d'eau douce (Moisan et Pelletier, 2008.2010.2011).

## **II.7. MÉTHODES D'ANALYSE DE LA STRUCTURE DU PEUPLEMENT**

### **II.7.1. Indice de diversité**

Ces sont des expressions mathématiques qui renseignent le mieux sur la structure du peuplement. Ils permettent d'avoir rapidement une évaluation de la diversité du peuplement.

La mesure de la richesse taxonomique, la diversité et l'équitabilité sont utiles pour la caractérisation d'un peuplement, la comparaison globale des peuplements différents ou de l'état d'un même peuplement étudié à des moments différents (Barbault, 1995). Ces indices ont pour intérêt de rendre compte de l'abondance relative de chaque espèce, de comparer entre eux des peuplements et comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (Dajoz, 1985).

La première étape consiste à évaluer la structure générale des peuplements à partir des deux variables que sont la richesse spécifique et l'abondance (Grally et Hily, 2003). Ces paramètres permettent la description de la structure des peuplements.

- **Diversité brute ou richesse taxonomique**

Cet indice correspond au nombre de taxons présents dans chaque prélèvement (Boulunier et al, 1998 ; Ramade, 2003).

- **Abondance des espèces**

L'abondance est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Il représente le nombre d'individus du taxon (i) présent par unité de surface ou de volume (Ramade, 2003). Il est variable aussi bien dans l'espace que dans le temps.

$$P_i = n_i / N$$

$n_i$  = nombre d'individus de l'espèce i

$N$  = nombre total d'individus

- **Occurrence des espèces**

Appelée aussi indice de constance au sens de Dajoz (1985), la fréquence d'occurrence est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre de relevés ( $P_i$ ) où l'on trouve l'espèce (i) et le nombre total de relevés réalisés (P) dans une même station.

Elle est calculée par la formule :

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

$P_i$  = nombre de prélèvements où l'espèce i est présente

$P$  = nombre total de prélèvements

En fonction de la valeur de C (%), nous qualifions les espèces de la manière suivante :

**C = 100%      Espèce omniprésente**

$C = ]100 - 75]$	Espèce constante
$C = ] 75 - 50]$	Espèce fréquente
$C = ] 25 - 5]$	Espèce accessoire
$C < 5 \%$	Espèce rare

### II.7.2. Indice de diversité de SHANNON :

L'indice de diversité de SHANNON dérive d'une fonction établie par SHANNON et WIENER qui est devenue l'indice de diversité de Shannon. Il est parfois, incorrectement appelé indice de SHANNON-WEAVER (KREBS, 1989 ; MAGURRAN, 1988). Cet indice symbolisé par la lettre  $H'$  fait appel à la théorie de l'information. La diversité est fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus. La valeur de  $H'$  représentée en unités binaires d'information ou bits et donnée par la formule suivante (BLOMDEL, 1979 ; DAJOZ, 1985 ; MAGURRAN, 1988) :

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

Où :  $P_i$  représente le nombre d'individus de l'espèce  $i$  par rapport au nombre total d'individus recensés ( $N$ ) :

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits. Selon MAGURRAN (1988), la valeur de cet indice varie généralement entre 1,5 et 3,5. Il dépasse rarement 4,5. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèce (DAJOZ, 2003).

#### II.7.3.1. Indice d'équipartition des populations (équitabilité) :

L'indice d'équitabilité ou d'équipartition ( $E$ ) est le rapport entre la diversité calculée ( $H'$ ) et la diversité théorique maximale ( $H'_{\max}$ ) qui est représentée par le  $\log_2$  de la richesse totale ( $S$ ) (BLONDEL, 1979).

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Où :  $H'$  est l'indice de Shannon :  $H'_{\max} = \log_2 S$

Cet indice varie de zéro à un. Lorsqu'il tend vers zéro ( $E < 0,5$ ), cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (BARBAULT, 1981).

#### II.7.3.2. L'indice de similarité de Sorensen :

L'indice de Sorensen permet de chercher le degré d'association ou de similarité de deux sites ou de deux échantillons. Il se calcule par la formule suivante :

$$S=2C/ A+B$$

Où :

A : nombre total de taxons du milieu 1.

B : nombre total de taxons du milieu 2.

C : nombre total de taxons communs entre les deux milieux.


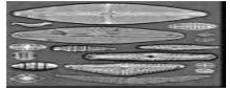
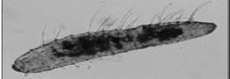
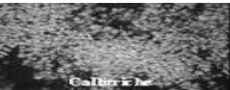

Cet indice varie de 0 à 1 (ou 100 %). S'il est égal à 0, les deux sites sont dissimilaires et ils n'ont pas d'espèces en commun. S'il est égal à 1, la similarité est complète et cela désigne que les espèces des deux sites sont identiques. Plus la similarité tend vers 1, plus les milieux comparés se ressemblent.

#### II.7.4. Les indices biologiques :

Les animaux et les végétaux qui colonisent les milieux aquatiques possèdent des exigences diverses vis-à-vis de ce milieu. Certains organismes vivants pourront ainsi être sensibles à des variations de pH, de température, à des modifications du contexte nutritionnel (composés minéraux ou matière organique, éventuellement présents à l'état de traces). Ces organismes sont donc susceptibles de réagir aux modifications du milieu aquatiques peuvent alors servir d'indicateur de la perturbation existante (pollution). Ces indicateurs biologiques sont à l'origine de l'émergence de méthodes standardisées basées sur l'étude de la présence de certaines espèces indicatrices ou de la richesse du milieu (nombre d'espèces) en certains organismes spécifiques.

Si l'indice biologique global normalisé (IBGN) est l'indice biologique le plus ancien et de loin le plus utilisé, de nouveaux indicateurs de pollution sont disponibles à ce jour : ils concernent les diatomées, des macrophytes, des poissons ou encore des oligochètes (voir tableau 06).

**Tableau 06** : Les principaux indices biologiques utilisés

Indice	Groupe faunistique ou floristique étudié	Notation	exemple d'organisme
<b>IBGN</b> <b>Indice Biologique Global Normalisé</b>	Macroinvertébrés	Note de 0 à 20 <i>Une note supérieure ou égale à 17 représente une eau très bonne qualité</i>	
<b>IBGA</b> <b>Indice Biologique Global Adapté aux grands cours d'eau</b>		Listes faunistiques par substrat ou par groupe de substrat	
<b>IBD</b> <b>Indice Biologique Diatomées</b>	Diatomées	Note de 0 à 20 <i>une note supérieure ou égale à 17 représente une très bonne qualité</i>	
<b>IOBS</b> <b>Indice Oligochètes de Bioindication des Sédiments</b>	Oligochètes	Note de 0 à 10 <i>une note supérieure à 6 représente une très bonne qualité</i>	
<b>IBMR</b> <b>Indice Biologique Macrophytique en Rivière</b>	Flore aquatique	Note de 0 à 14 (ou plus) <i>une note supérieure à 14 représente une très bonne qualité (eutrophisation très faible)</i>	
<b>IPR</b> <b>Indice Poisson Rivière</b>	Poissons	Note de 0 à 36 (ou plus) <i>Plus la valeur de l'indice est élevé plus la qualité est dégradée</i>	

### II.7.4.1.L'indice biologique global normalisé (IBGN)

#### II.7.4.1.1.Principe générale :

Cette méthode fournit une estimation qualitative du milieu dans son ensemble, en utilisant la faune macro invertébrée en tant que compartiment intégrateur du milieu.

#### II.7.4.1.2. Objet et limites de l'I.B.G.N.

« L'Indice Biologique Global constitue une information synthétique exprimant l'aptitude d'un cours d'eau courante au développement des invertébrés benthiques toutes causes confondues. Il permet un classement objectif des qualités biogènes de sites appartenant à des systèmes différents, naturels, modifiés, artificiels ou diversement dégradés » (Verneaux et coll., 1982).

En raison du caractère intégrateur des organismes étudiés, cette méthode permet de situer la qualité biologique d'un site en dehors de toute présomption relative à la nature d'une quelconque perturbation. Appliquée comparativement, elle permet d'évaluer l'effet

d'une modification du milieu de type naturel (affluence, modification du substrat, réchauffement des eaux...) ou provoquée artificiellement (rejet, rééquilibrage du lit...).

Cette méthode est utilisée pour compléter les techniques usuelles de qualification et de détection des sources de perturbation (analyse physico-chimique des eaux par exemple) par une indication ayant une signification différente, puisque visant à caractériser les perturbations par leurs effets et non par leurs causes, et plus globale puisque traduisant à la fois les caractéristiques de l'eau et du substrat.

#### II.7.4.1.3. Calcul de l'indice

L'IBGN est établi à partir d'un tableau d'analyse comportant en abscisse des classes de variété taxonomique (nombre totale de taxons de la station), et en ordonnée des groupes faunistiques indicateurs, classés par ordre décroissant de sensibilité aux pollutions. (Annexe 01). On déterminera donc :

- la variété taxonomique t correspondant au nombre totale de taxons identifiés, quel que soit le nombre d'individus trouvés par taxon ;
- le groupe faunistique indicateur GI : on prospectera l'ordonnée du tableau de haut en bas (GI 9 à GI 1) en arrêtant l'examen à la première présence significative (représentation par au moins trois individus ou dix individus selon les taxons) d'un taxon du répertoire en ordonnée du tableau annexe 01.

Selon la diversité taxonomique de la station et la présence ou de l'absence de taxons indicateurs, on attribue une note de qualité hydro biologique variant de 1 à 20. Pour la représentation cartographique, chaque station représentative ou chaque tronçon de cours d'eau peuvent être affectés, suivant la valeur de L'IBGN, d'une couleur selon le tableau ci-dessous (couleurs conventionnelles).

**Tableau 07** : les classes de qualité et les valeurs de l'IBGN

<b>IBGN</b>	<b>&gt;= 17</b>	<b>16-13</b>	<b>12-9</b>	<b>8-5</b>	<b>&lt;= 4</b>
<b>Classe de qualité</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>HC *</b>
<b>Qualité</b>	excellente	bonne	passable	médiocre	mauvaise
<b>Couleur</b>	<b>bleu</b>	<b>vert</b>	<b>jaune</b>	<b>orange</b>	<b>rouge</b>

(\*HC) : Hors classe.

### III.1.LES PARAMETRES PHYSICO-CUIMIQUES

Les variables environnementales prises en considération sont le pH, la vitesse du courant, la nature du substrat, la température de l'eau, ainsi que la profondeur.

#### III.1.1.La température de l'eau :

La température de l'eau varie à l'échelle spatiale, d'une région à l'autre pendant la même saison et temporelle, d'une saison à l'autre dans la même région.

**Tableau 08:**les valeurs enregistrées de la température d'eau dans les stations d'étude.

station		janvier	février	mars	avril	mai	moyenne
<b>S 01</b>	Température de l'eau en °C	11	10	16	14	10	12.5
<b>S 02</b>		10	12	12	17	11	12.4
<b>S 03</b>		12	11	14	15	14	13.2
<b>S 04</b>		12	13	-	14	-	13

Au cours de cette étude, les températures maximales notées au niveau de station Barrage Tadjmout pendant le mois d'avril avec un maximum de 17 °C, les plus faibles valeurs de la température sont également notées dans la région de Tadjmout avec un minimum de 10 °C, pendant le mois de Janvier.

D'après le tableau 08 on constate que la température de l'eau est liée au celui de l'aire. et influencer par les facteurs climatiques et géographiques. Ramade (2003).

#### III.1.2.La vitesse du courant:

Dans ce travail, en raison des difficultés de la mesure de la vitesse du courant, elle est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station. Les mesures de vitesse effectuée en surface du cours axial à l'aide d'un flotteur lâché en dérive sur une distance connue, le temps mis par le flotteur à parcourir cette distance permet de calculer la vitesse. Les relevés de la vitesse de l'eau qui ne présentent que des valeurs indicateurs, sont portés sur le tableau 09. Elles sont classées selon l'échelle de BERG. Trois types de vitesses ont été enregistrés dans les stations d'étude.

**Tableau 09 :** les valeurs enregistrées de vitesse du courant dans les stations d'étude.

	Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
<b>Vitesse du courant</b>	moyenne	rapide	moyenne	lente

### III.1.3. Le pH de l'eau :

Les 4 stations étudiées du cours d'eau (oued M'zi) caractérisées par des valeurs moyennes de pH proches de la neutralité.

**Tableau 10** : les valeurs de pH mesurées au niveau des 4 stations étudiées.

	Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
pH	7.6	8.1	6.9	7.2

### III.1.4. La profondeur de la lame d'eau :

La mesure de cette paramètres a été effectuée à l'aide d'une règle. D'après le tableau 11 on remarque la valeur maximum (45 cm) est signalé au niveau de la station du Barrage Tadjmout pendant le mois d'Avril, alors que la valeur minimum (10) est signalé au niveau de la station du Laghouat.

**Tableau 11** : les différentes valeurs de profondeur de la lame d'eau dans les 4 stations d'étude.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Station 01	10	15	30	40	20
Station 02	15	19	45	30	15
Station 03	12	14	16	13	10
Station 04	13	11	00	17	00

## III.2. L'ANALYSE GLOBALE DE LA FAUNE BENTHIQUE

En termes d'abondance globale, 7998 individus ont été prélevés pendant les deux campagnes d'échantillonnage. Les abondances sont plus fortes en printemps. Par rapport à l'hiver, Un total de 5508 individus a été prélevé en printemps sur l'ensemble des 04 stations avec une moyenne de 1377 ind/station par contre 2755 individus ont été prélevés à l'hiver sur l'ensemble des 04 stations, mais avec une moyenne de 688.175 ind/station. (tableau 12).

La plus forte abondance on été signalé au cours de mois de février dans la station Barrage Tadjmout, les Diptères sont les dominants, ils sont représentés par 07 familles parmi ces derniers les Chironomidae sont les mieux représentatifs en suite les Annélides sont représentés par la famille de Tubificidae, par contre les faibles abondances sont mentionnées au niveau de station d'Oued Boudrim, sachant qu'elle a connu un séchement totale durant les mois du Mars et Mai

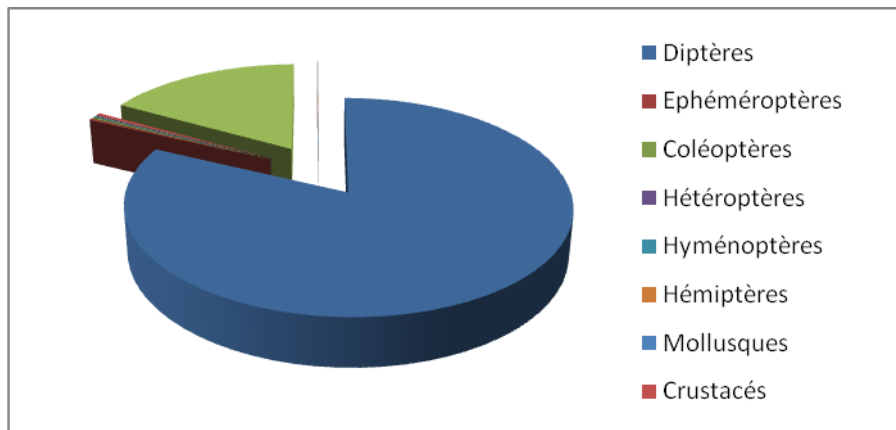
**Tableau 12** : nombre des familles par groupe zoologique

Groupe zoologique	Pourcentage %	Nombre des familles
Dipteres	<b>81,63</b>	<b>09</b>
Ephéméroptères	<b>0,27</b>	<b>03</b>
Coléoptères	<b>0,22</b>	<b>04</b>
S,o,Hétéroptères	<b>0,037</b>	<b>01</b>
Hyménoptères	<b>0,11</b>	<b>01</b>
Hémiptères	<b>0,05</b>	<b>01</b>
Mollusques	<b>0,08</b>	<b>02</b>
Crustacés	<b>0,40</b>	<b>01</b>
Annélides	<b>16,72</b>	<b>02</b>
Araingaieaquatique	<b>0,025</b>	<b>01</b>
Nematode	<b>0,025</b>	<b>01</b>
Thysanoptères	<b>0,025</b>	<b>01</b>
Hynénoptères	<b>0,025</b>	<b>01</b>

Sur les 26 familles ,19 familles sont des insectes (82,31%) et 07 familles (soit 17,25%), appartiennent aux autres classes embranchements : les Mollusques, les Crustacés, les annélides, les Araignés aquatiques et les Nématodes.

Le groupe le mieux représenté est les diptères, il compte 09 familles, viennent ensuite les coléoptères (04 familles), les Ephéméroptères (03 familles), les Mollusques et les Annélides sont représentés par 01 famille pour chacun.

L'effectif du peuplement benthique montre que les Diptères est nettement dominant, ils représentent 81,63% (6529 individus), en deuxième position les Annélides par 16,72% (1338 individus), les autres groupes sont présentes mais avec un pourcentage très faible, les Ephéméroptères 0,17% (22 individus), les Coléoptères 0,22% (18 individus), les Hétéroptères 0,037% (03 individus), les Hyménoptères 0,11% (09 individus), les Hémiptères 0,05% (04 individus), les Mollusques 0,08% (07 individus), les Crustacés 0,40% (32 individus), les Araignées aquatiques 0,025% (02 individus), les Nématodes 0,025% (02 individus) (figure 24)..

**Figure 24** : abondance relative des groupes faunistiques dans les cours d'eau étudiés.

### III.3. L'ANALYSE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DE LA FAUNE BENTHIQUE

#### III.3.1. Les Diptères :

D'après Thomas (1981), les larves des diptères sont très abondantes dans les eaux courantes. Elles occupent souvent la première place de tous les autres groupes d'insectes aquatiques. Parmi ces diptères, les Chironomidae qui dominent nettement en nombre de taxons et d'individus. On les trouve dans toutes les stations, avec des effectifs très élevés. Chironomidae (66%) sont suivis par les Limoniidae 15%, qui colonisent les quatre stations.

D'après Lounaci-Daoudi (1996), les importantes densités des simuliées sont en relation avec l'abondance de la matière organique et les températures élevées.

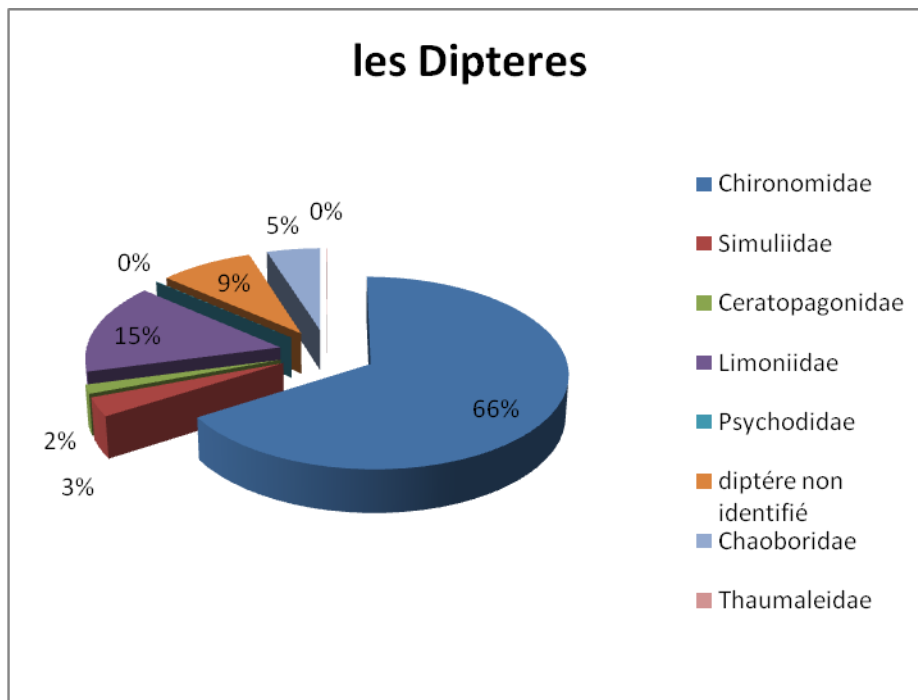


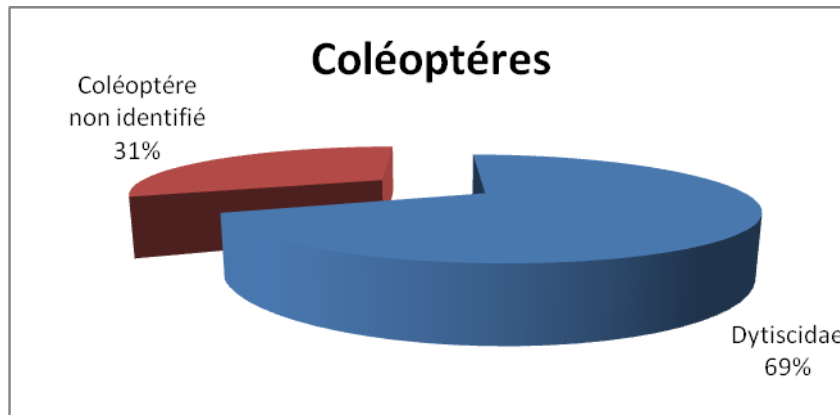
Figure 25 : Pourcentage de la répartition des familles des Diptères au niveau des 4 stations.

#### III.3.2. Les Coléoptères

Les coléoptères sont bien représentés par la famille des Dytiscidae et (coléoptères non identifiés) au niveau de station de Tadjmout et Trrig el oued,

D'après Lounaci (2005), en milieu lotique et chez les Coléoptères, la vitesse du courant et la nature de substrat agissent en favorisant la prolifération des taxons rhéophiles (Hydraenidae et Elmidae...) et réduisent en même temps celle des taxons lénitophiles

(Dytiscidae et Haliplidae...). En milieu à courant faible ou nul et à granulométrie fine on assiste à un phénomène inverse où on aura un développement des taxons limnophiles et une régression des taxons rhéophiles. les coléoptères peuvent disparaître complètement dans les zones les plus perturbées et ne réapparaît que plus en aval, lors des périodes des hautes eaux. (Crues).

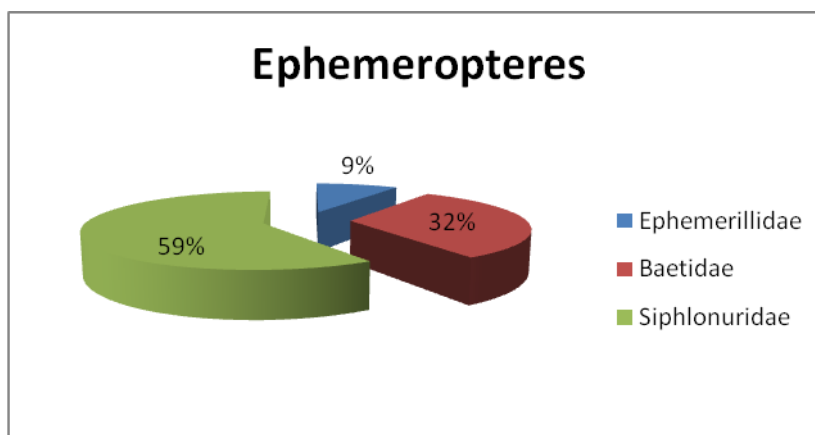


**Figure 26** : Pourcentage de la répartition des familles des Coléoptères au niveau des 4 stations.

### III.3.3. Les Ephéméroptères :

Les larves des éphéméroptères sont présente dans les eaux courantes de oued M'zi, par 22 individus, au niveau des stations de Trrig el oued et Barrage Tadjmout. D'après Thomas (1981), elles occupent souvent avec les diptères, dans les principaux biotopes des torrents, des ruisseaux et des rivières, le premier rang des insectes aquatiques.

Parmi ces éphéméroptères et, d'après Thomas et Dakki, (1979) ; Thomas, (1981), les Baetidae sont connus pour leur dérive intense dans les cours d'eau rapides. Durant cette étude on rencontre, l'ordre d'éphéméroptères représentés par 3 familles, qui sont les suivantes : Ephemerillidae 7 individus, Baetidae 2 individus et Siphonuridae. 13 individus.



**Figure 27** : Pourcentage de la répartition des familles des éphéméroptères au niveau des 4 stations.

### III.3.4. Les Hétéroptères :

Les Hétéroptères de région oued M'zi sont présente seulement durant le mois de Mars au niveau des stations du Trrig el oued et la station du Barrage Tadjmout par 7 espèces. D'après la littérature, les hétéroptères aquatiques colonisent toute sorte de terres humides avec une prédilection pour les eaux stagnantes, très lentes ou lentes.

### III.3.5. Les Annélides :

Ce sont essentiellement des limivores et des détritivores, leur rôle est essentiel dans le remuement de la vase. Le pullulement anormal de certaines espèces de Tubifex est un indicateur de fonctionnement du milieu et d'une grave dégradation des conditions écologiques; ce sont des polluo-indicateurs de premier choix. Pour cela, elles présentent un grand intérêt dans les études de la pollution des eaux continentales. Zougaghe (2010).

Les Tubificidae et les Sangsues constituent la part la plus importante des oligochètes et des Achètes qui sont présents dans les trois stations, station 1 ,2 et 3de la région du oued M'zi étudié, la présence des Tubificidae au niveau des stations 1 et 2 durant les mois du Mars et Avril, avec des abondances très élevées. Ce groupe d'invertébrés constitue une source de nourriture pour de très nombreux macro-invertébrés et aussi pour les poissons, notamment les alvins et les juvéniles. Zougaghe (2010).

### II.3.6. Autres groupes zoologiques :

Les Mollusques sont représentés par 2 familles (Planorbidae, Hydrobiidae), les Crustacés (Ostracode), les Hyménoptères (Agriotypidae) les Nématodes, les Araignées aquatiques et les Hyménoptères sont représentés par 01 seule famille pour chacun.

## III.4.L'ANALYSE GLOBALE SPACIALE

### III.4.1.Station de Trrig el oued (ville de Laghouat) .

Cette station se situe a une altitude de 870 m dans la ville de Laghouat, elle possède une richesse taxonomique 3278 individus récénces durant les 5 mois d'étude. Selon la figure 29,on remarque les ordres des Diptères et Oligochètes sont les plus représentatives, la famille la plus dominant est la famille de Chironomidae (2288 individus), donc représentent 69,97% de la totalité du peuplement au niveau de cette station, ensuite viennent les Limoniidae par 331 individus (10,09%), la famille de Tubificidae prend la

troisième position (242 individus), par 7,38%, le reste des familles ont des faibles pourcentages.

Lounaci (2005) a montré une diversité maximale dans les zones les plus hétérogènes au niveau des zones de piémont et de basses montagnes (200 à 500m d'altitude). En eau courante, la dynamique des communautés dépend essentiellement de la dynamique des habitats (Décamps et Izard, 1992). Ces derniers déterminent la distribution des organismes vivants mais aussi la répartition des ressources trophiques disponibles dans le milieu.

**Tableau 13** : liste des faunes benthiques recensées dans la station 01.

<b>Ordre</b>	<b>Famille</b>	<b>Nombre d'individus</b>
<b>Diptere</b>	<i>Chironomidae</i>	2288
	<i>Limoniidae</i>	331
	<i>Diptère non identifié</i>	171
	<i>Ceratopogonidae</i>	40
	<i>Psychodidae</i>	3
	<i>Simuliida</i>	89
	<i>Chaoboridae</i>	40
	<i>Dixidae</i>	9
	<b>Coléoptère</b>	<i>Dytiscidae</i>
<i>Coléoptère non identifié</i>		3
<b>Hétéroptères</b>	<i>Corixidae</i>	3
<b>Hyménoptères</b>	<i>Agriotypidae</i>	7
<b>Ephéméroptères</b>	<i>Baetidae</i>	5
	<i>Ephemerillidae</i>	2
<b>Hémiptères</b>	<i>Non identifié</i>	4
<b>Oligochètes</b>	<i>Tubificidae</i>	242
<b>Hirudinea</b>	<i>Glossiphoniidae</i>	4
<b>Crustacés</b>	<i>Ostracode</i>	11
<b>Araignée aquatique</b>	<i>Non identifié</i>	1
<b>Moluques</b>	<i>Planorbidae</i>	5
<b>Individus non identifié</b>	Individus non identifié	1
<b>totale</b>	Nombre totale	3278

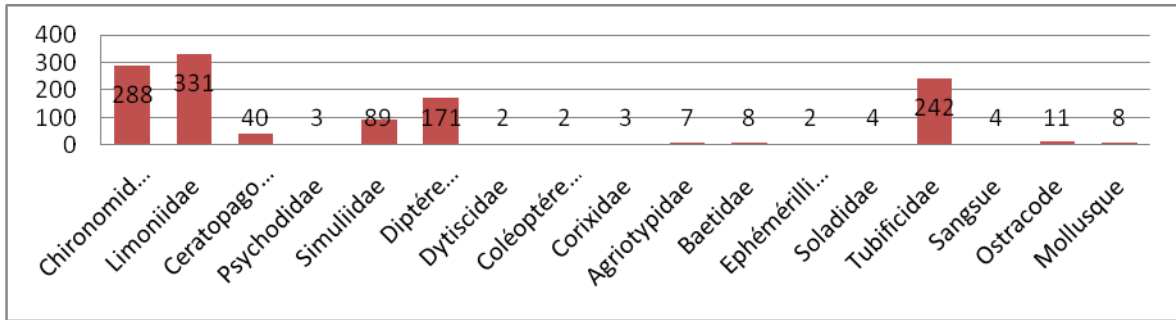


Figure 28 : abondance relatif des individus au niveau de station du Trrig el oued.

#### III.4.2. Station 02 Barrage Tadjmout :

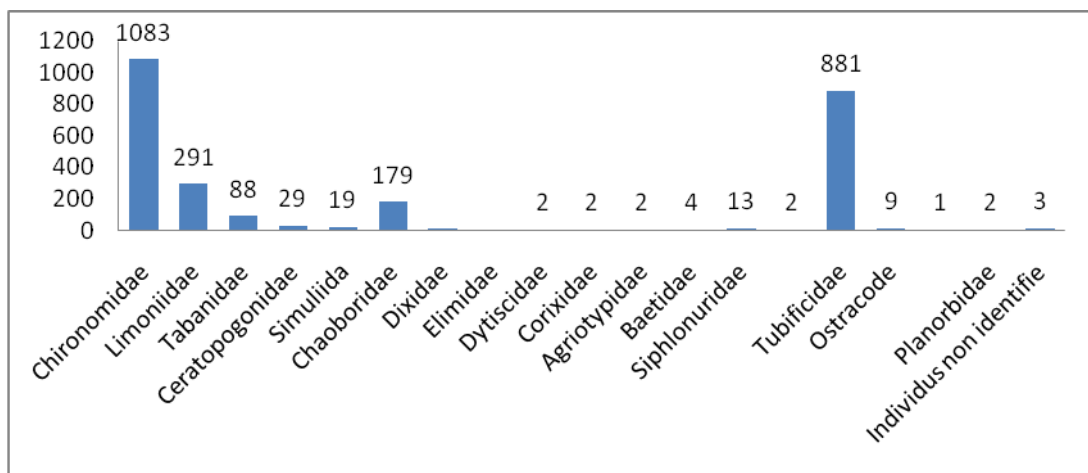
Au niveau de cette station, on constate que les diptères sont les plus représentés 64,71%, ils sont présents par 7 familles ont des effectifs divers, la famille des Chironomidae est la plus nombreuse (41,17 % des individus recensés), ensuite les annélides sont présents par la famille de Tubificidae (881 individus, 33,49%). Les Limoniidae et les Chaoboridae ont des fréquences respectivement 11,06%, 6,8% de la totalité du peuplement recensés. (Figure 29).

D'après Lounaci (2008), La diversité spécifique des différentes stations révèle un gradient altitudinal avec une diversité maximale dans les zones de piémont et de basse montagne qui constituent les zones les plus hétérogènes. Au contraire, la faible diversité des zones de plaine.

Tableau 14 : liste de la faune benthique recensés dans la station Barrage Tadjmout.

Ordre	Famille	Nombre d'individus
<b>Diptères</b>	<i>Chironomidae</i>	1083
	<i>Limoniidae</i>	291
	<i>Diptère non identifié</i>	88
	<i>Ceratopogonidae</i>	29
	<i>Simuliida</i>	19
	<i>Chaoboridae</i>	179
	<i>Coléoptères</i>	<i>Coléoptère non identifié</i>
	<i>Dytiscidae</i>	2
<b>Hétéroptères</b>	<i>Corixidae</i>	2
<b>Hyménoptères</b>	<i>Agriotypidae</i>	2
<b>Ephéméroptères</b>	<i>Baetidae</i>	4
	<i>Siphonuridae</i>	13
<b>Nématode</b>	<i>Non identifié</i>	2
<b>Oligochètes</b>	<i>Tubificidae</i>	881
<b>Crustacé</b>	<i>Ostracode</i>	9
<b>Araignée aquatique</b>	<i>Non identifié</i>	1
<b>Mollusques</b>	<i>Planorbidae</i>	2

totale	Nombre totale	2630
--------	---------------	------



**Figure 29** : abondance relatif des individus au niveau de station du Barrage Tadjmout.

#### III.4.3.Station 03 (2km de Barrage).

Durant l'étude de cette station on remarque qu'elle se caractérise par l'absence des autres ordres (les Coléoptères ,Ephemeropteres,Molluques,et les Nématodes).les Diptères sont les plus dominants ,présentent par 7 familles majores ,les Chironomidae sont toujours les mieux représentatives par 971 individus (45,33% de la totalité des individus dans cette station),en suite les Limoniidae ont une pourcentage 16,15% (346 individus).

**Tableau 15** : liste de la faune benthique récente dans la station 03 (2km de Barrage).

<b>Diptères</b>	<i>Chironomidae</i>	971
	<i>Limoniidae</i>	346
	<i>Diptère non identifié</i>	346
	<i>Ceratopogonidae</i>	23
	<i>Taumaleidae</i>	3
	<i>Simuliida</i>	111
	<i>Chaoboridae</i>	107
<b>Hyménoptères</b>	<i>Agriotypidae</i>	2
<b>Ephéméroptères</b>	<i>Baetidae</i>	2
<b>Oligochètes</b>	<i>Tubificidae</i>	208
<b>Hirudinea</b>	<i>Glossiphoniidae</i>	3
<b>Crustacés</b>	<i>Ostracode</i>	12
<b>Individus non identifié</b>	Individus non identifié	3
<b>totale</b>	Nombre totale	2142

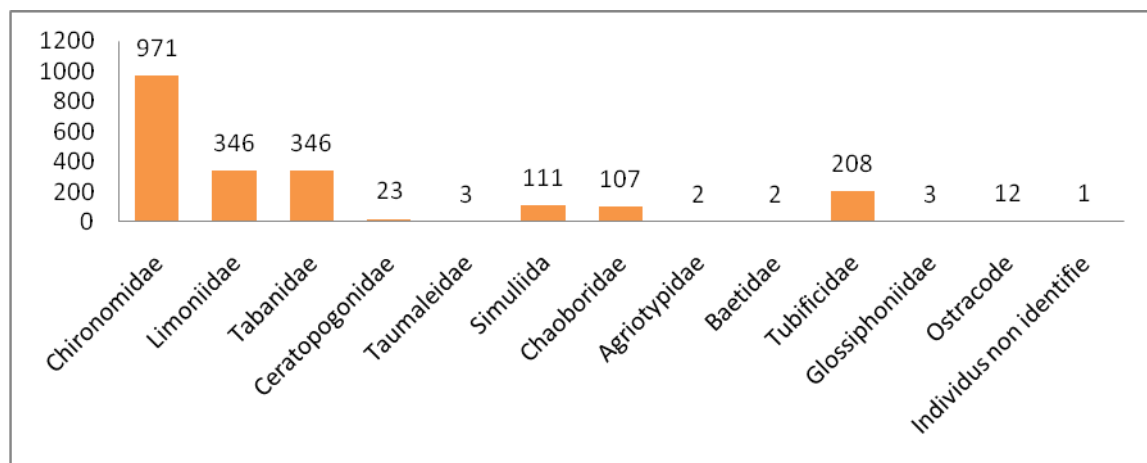


Figure 30 : abondance relatif des individus au niveau de station 3 (2 km du Barrage).

#### III.4.4. Station Oued Boudrim.

La station de Oued Boudrim se caractérise durant cette étude par une faible richesse taxonomique, les Diptères sont le seul groupe zoologique présent dans cette station par deux familles (les Chironomidae 95 individus, les Limoniidae 37 individus). Sachant que cette station connaît un séchage pendant les deux mois de Mars et Mai.

Tableau 16 : liste de la faune benthique récente dans la station d'Oued Boudrim

<b>Diptères</b>	<i>Chironomidae</i>	95
	<i>Limoniidae</i>	37
<b>Nombre totale</b>		132

### III.5.L'ANALYSE TOMPORELLE

#### III.1.Mois de Janvier

La richesse taxonomique durant cette mois varie d'une station a une autre, tandis que la station de Trrig el oued est caractérisé par 498 individus parmi ces individus les diptères représentent 98,36% la famille la plus dominant est les Chironomidae 90,36% .suivi par la famille des Limoniidae 5,42%, le reste des familles est présente avec des faibles pourcentages.

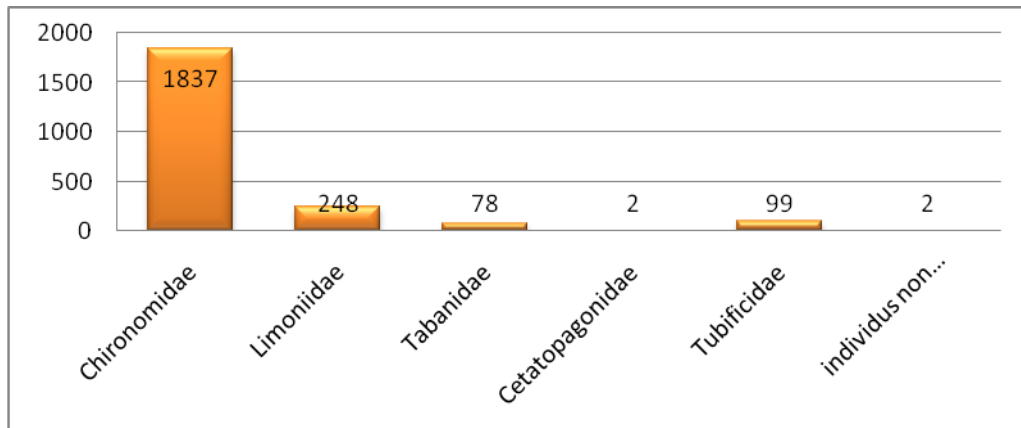


**Figure 31** : répartition des familles récentes dans toutes les stations durant le mois de Janvier.

#### III.5.2.Mois de Février

Au cours de cet mois on observe une augmentation de la richesse taxonomique des individus et des nouvelles familles des Diptères sont remarquées (Ceratopogonidae), pendant ce mois il ya 2257 individus sont récentes au niveau des 4 stations d'étude,

Selon la figure 32 ,on constate que l'ordre des Diptères est, le mieux représentative par 2165 individus, repartis sur 3 familles (Chironomidae,Ceratopogonidae,Limoniidae),la famille la plus dominant est celle-ci de Chironomidae 85,85% de la totalité des peuplements de diptères récentes au cours du cet mois et au niveau du 4 stations d'étude,les Chironomidae sont aussi les plus dominants sur la totalité de la faune récoltées (81,39%),en deuxième position viennent la famille des Limoniidae 10,98%, les Annélides sont représentés par la famille des Tubificidae (99 individus),4,38%.



**Figure 32** : répartition des familles récentes dans toutes les stations durant le mois de Février

### III.5.3. Mois de Mars.

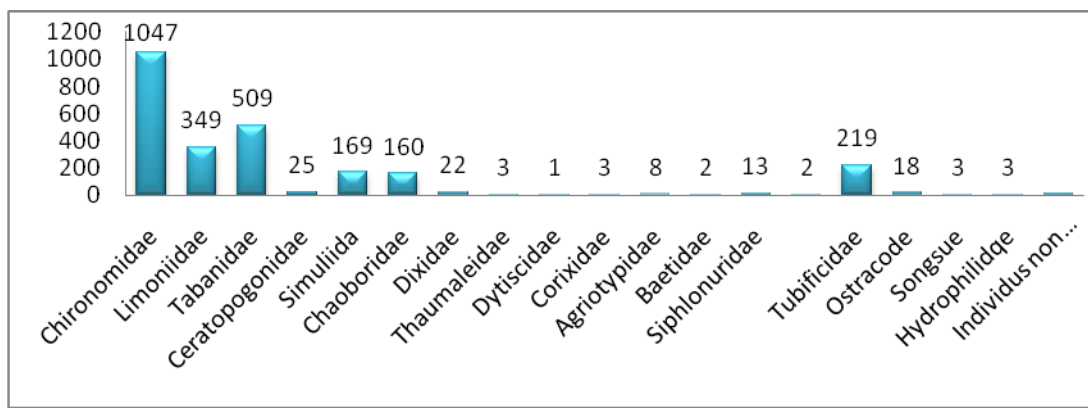
Au cours de cet mois on remarque une richesse diversifiée avec la présence des nouveaux groupes zoologiques (les Coléoptères, les Hétéroptères, les Hyménoptères et les Crustacés), le nombre des individus récentes durant ce mois est de 2558 individus ,

parmi ces individus les Diptères sont les dominants par 8 familles (Chironomidae, Limoniidae, Tabanidae, Ceratopagonidae, Dixidae, Simuliidae, Chaoboridae, Thaumaleida), 89,28%, les Chironomidae sont les plus nombreuses 1047 individus ce qui représente 45,84% des Diptères et de 40,93% de la totalité du peuplement, en troisième position viennent les Limoniidae 349 individus 15,28% des Diptères et représentent 13,64% de la faune totale, les Annélides sont aussi présentes par 2 familles (Tubificidae et Sangsue), les Tubificidae représentent par 219 individus 8,56% de la faune récentes, les autres groupes sont présentes mais avec de faibles effectifs (les Crustacés 18 individus, les Hétéroptères 3 individus, les Coléoptères 6 individus, les Epheméroptères 15 individus).

L'étude de ZOUGGAGHE (2010), sur les macro-invertébrés benthiques du bassin versant de la Soummam, révèle l'existence d'une richesse de peuplement de macro-invertébrés benthiques assez importante (75 taxons). Les Diptères Chironomidae et Simuliidae, les Epheméroptères Baetidae, et les Oligochètes Naididae constituent les taxons ubiquistes, colonisant tous les milieux et sont présents avec des effectifs très élevés allant parfois jusqu'à 1000 individus/0,2m. la valeur d'indice de similarité de

Sorensen(0,11) est tend vers 1, donc on peut signaler certains similarité entre les milieux comparés.

Cette variabilité saisonnière des abondances est la conséquence d'une variabilité des paramètres physico-chimiques qui agissent sur l'habitat des macro-invertébrés et modifient l'écologie des communautés faunistiques. Ces fluctuations saisonnières sont également liées aux successions des générations des larves d'insectes au fil des cycles biologiques et à la haute variabilité des apports énergétiques suivant le modèle du river continuum concept (Vannote et al., 1980).



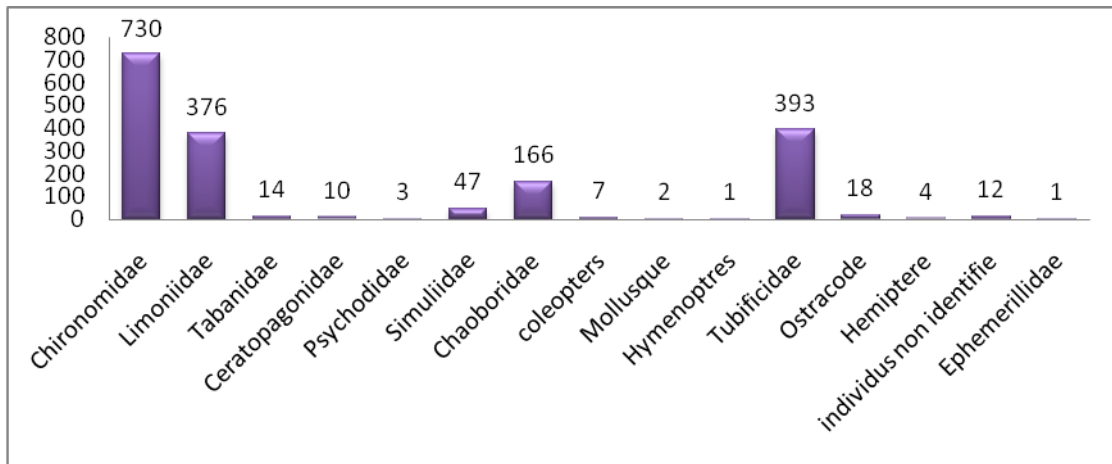
**Figure 33 :** répartition des familles récentes dans toutes les stations durant le mois de Mars.

#### III.5.4. Mois d'Avril.

Les Diptères sont les plus répons au cours de cette campagne 1342 individus ce qui représente 76,42% de la faune récoltée, ces derniers sont présent par 07 familles, les Chironomidae sont les plus nombreuses 730 individus (54,39% des Diptères et 41,57% de la faune totale), les Limoniidae 376 individus (28,01% des Diptères et 21,41% de la faune récoltée), les Choaboridae 166 individus (12,36% des Diptères et 9,45% de la faune récentes dans cet mois), les annélides sont présent par la famille des Tubificidae 393 individus (22,38% de la faune récoltée durant cet mois), les autres groupes sont représentent par un nombre très faible d'individus comme les Coléoptères, Les Héteroptères, les Crustacés, les Hémiptères et les Ephéméroptères.

Le travail de Hamzaoui et Arab (2009), sur l'impact des changements climatiques sur la répartition des macro-invertébrés benthiques de l'oued Saoura (w-Bechar), les analyses des résultats montrent une richesse spécifique élevée durant le printemps avec des déséquilibres pendant les périodes des crues. Les chironomidae stanypodinae, et les Baetidae (genre *Centroptilum*) sont les taxons les plus dominants, donc on peut constate

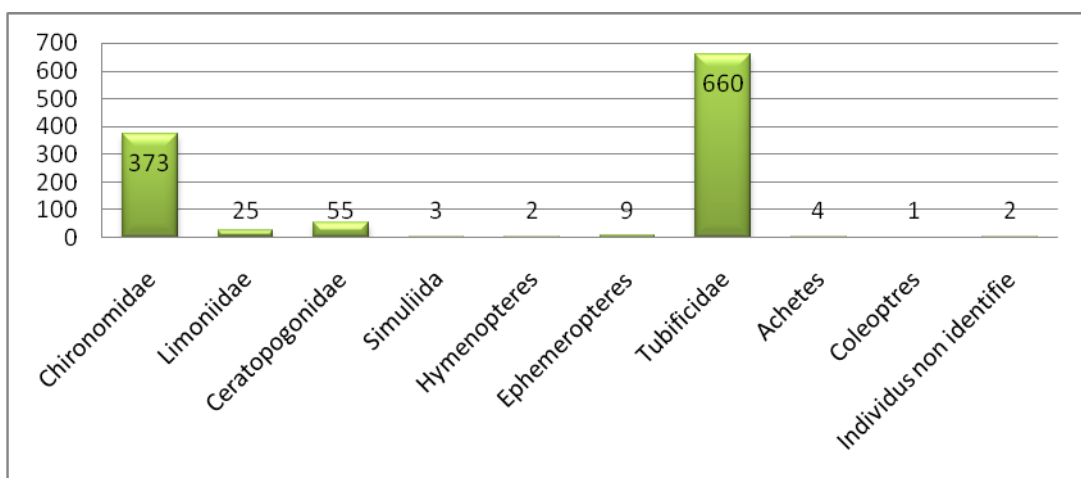
que ces résultats sont assimilées avec nos résultats (les diptères est l'ordre le plus dominant dans toutes les stations étudiés).



**Figure 34** : répartition des familles récentes dans toutes les stations durant le mois d'Avril

### III.5.5. Mois de Mai.

Pendant le mois du Mai, on remarque la diminution de nombre des individus 1134 individus, les Diptères les plus dominants 456 individus par 04 familles, la famille le plus répondu est celle-ci des Chironomidae 373 individus (81,79% des Diptères et 32,89% de la faune récoltée), les autres familles des Diptères ont faible effective. Les Tubificidse ont 660 individus 58,20% de la totalité de peuplement durant le mois du Mai. ces derniers sont les plus dominants ensuite viennent les Chironomidae, les autres groupes zoologiques sont représentées mais ont quantité faible (les Achètes, les Ephéméroptères, les Hyménoptères les Crustacés).



**Figure 35** : répartition des familles récentes dans toutes les stations durant le mois du Mai

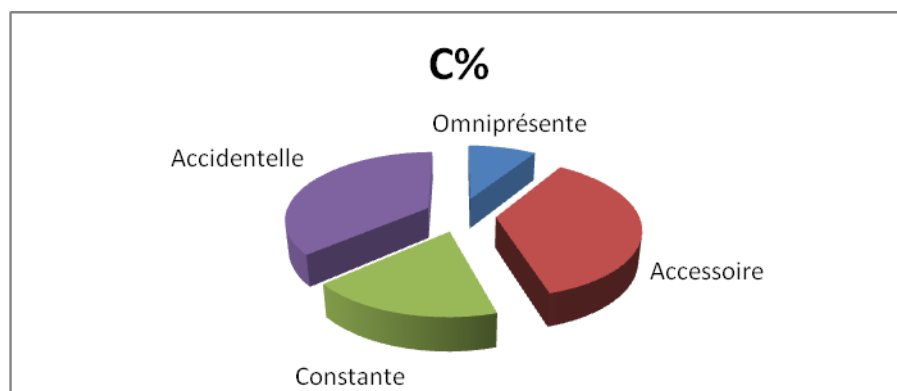
### III.6.LA CONSTANCE(C%):

On peut regrouper ces 11 groupes zoologiques en trois groupes selon les valeurs de C%.

- Les espèces accidentelles (où C% est inférieur à 25%), Nématodes, les Araignées aquatiques, les Hémiptères et les Hétéroptères ; C=14.28%. L
- Les espèces accessoires (où C% entre 25 à 49%), les Hyménoptères, les Mollusques et les Coléoptères C=42.85 %, ainsi les Crustacés C=28.57. L
- Les espèces constantes (où C% égale ou supérieur à 50%), les Diptères C=100% c'est une espèce Omniprésente, les annélides C=71.14, c'est une espèce constante, et en fin les éphéméroptères C=57.14%. L

**Tableau 17** : les différentes valeurs calculées d'indice d'accourance.

<b>Diptères</b>	<b>100</b>
<b>Ephéméroptères</b>	<b>57.14</b>
<b>Coléoptères</b>	<b>42.85</b>
<b>Hétéroptères</b>	<b>14.28</b>
<b>Mollusques</b>	<b>42.85</b>
<b>Crustacés</b>	<b>28.57</b>
<b>Annélides</b>	<b>71.14</b>
<b>Hyménoptères</b>	<b>42.85</b>
<b>Hémiptères</b>	<b>14.28</b>
<b>Araignée aquatique</b>	<b>14.28</b>
<b>Nématode</b>	<b>14.28</b>



**Figure 36:** fréquence d'apparition (constance) enregistrée chez les individus récoltés

### III.7.Application d'indices de diversité des peuplements.

#### III.7.1.Richesse totale

Les résultats des relevées de notre étude fait apparaitre 11 ordres répartis en 26 familles avec la dominance de la famille de Chironomidae, la famille Tubificidae apparait en deuxième place, de l'ensemble du peuplement, le reste des familles apparaissent avec des pourcentages plus faibles.

**Tableau 18:** les valeurs de la richesse totale de chaque station.

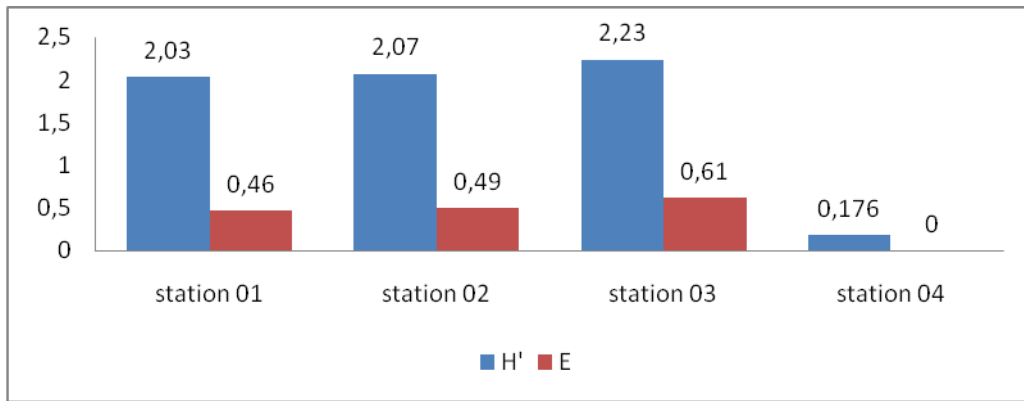
Station	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
S	21	18	12	2

#### III.7.2.Indice spécifique de Shannon-Weaver et l'équitabilité.

Les indices écologiques dépendent en général des abondances et de la diversité taxonomique. Ils permettent de synthétiser en une seule valeur des tableaux de données relativement importants et de comparer des stations ou des régions entre-elles.

#### III.7.3.Répartition spatiale.

Selon la figure 38, il y a deux catégories d'indice de diversité de Shannon-Wiener ont été distinguées dans oued M'zi. ( $I_{sh} < 0,6$ ,  $I_{sh}$  entre 2 et 2,5). D'après certains auteurs (Dajoz., 1975 ; N'Zala et al., 1997 ; Akpo et al., 1999), un indice de diversité élevé correspond à une grande égalité des contributions individuelles plus les espèces sont nombreuses, plus l'indice de Shannon est élevé pour qu'au moins certains d'entre elles puissent, voire prospérer, quelles que soient les conditions. Les systèmes écologiques qui comptent plus d'espèces devraient être plus stables.



**Figure 37** : variation spatiales des indices Shannon et Perlo.

Les valeurs calculées de l'indice d'équitabilité de Pérlo, montrant 0,46 dans la station de Trrig el oued, 0,49 pour la station Battage Tadjmout, le plus grande est signalisé au niveau de station 03 ; Oued Boudrim E=0.

Selon Barbault, 1981. l'indice de l'équitabilité du Perlo varie de 0 à 1. lorsqu'il tend vers 0 ( $E < 0,5$ ), cela signifie que la quasi totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce, il est égale 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance

#### **III.7.4. Variation temporelle des indices Shannon et Perlo .**

L'indice de diversité spécifique est calculé seulement au printemps, qui constitue la saison favorable à la croissance faunistique de la majorité des espèces (Sidi Mohamed et al, 2001)

Les valeurs calculées pour l'indice de Shannon variant de 0,54 (mois Janvier) à 2,47 (Mars), durant le mois de Février  $ISh=0,9$ , et pour le mois d'Avril  $ISh=2,13$  pendant le mois du Mai s'étend vers 1.36.

Durant les mois (Janvier, Février et Mai) ; l'indice de Shannon présente des valeurs inférieures à la valeur seuil (1,5) ce qui nous a permis de dire que notre peuplement pendant cette période est peu diversifié. En revanche pour les mois (Mars et Avril)  $H'$  présente des valeurs respectivement  $H'=2,47$  et  $H'=2,13$ . Ces valeurs sont nettement supérieures à 1,5 ce qui rend notre peuplement durant ces deux mois considéré comme diversifié. Alors que les valeurs calculées pour l'équitabilité ne dépassent pas 0.5

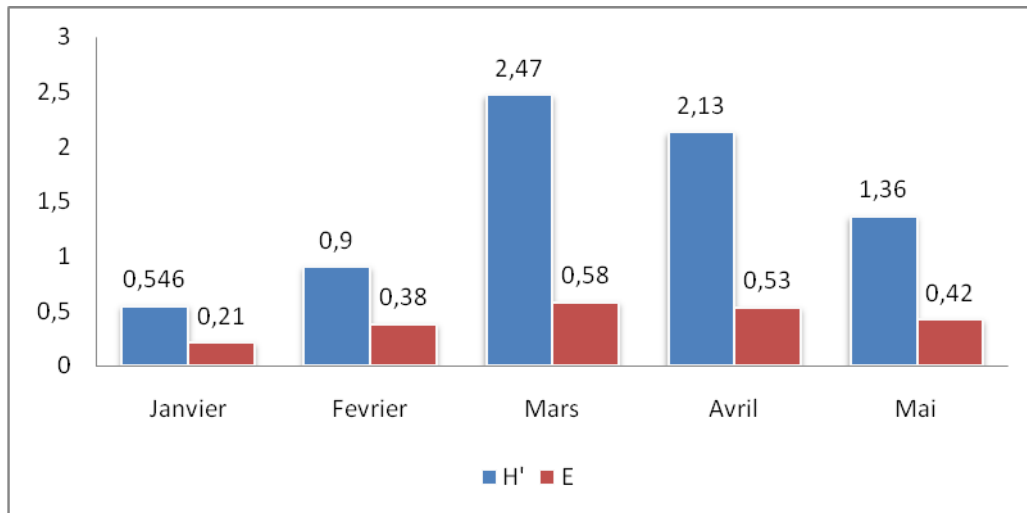


Figure 38 : variation temporelle des indices Shannon et Perlo

### III.8.EVALUATION DE LA QUALITE HYDRO-BIOLOGIQUE DE COURT D'EAU

L'ensemble des organismes vivants peuplant un habitat est l'expression synthétique des facteurs écologiques qui conditionnant le milieu, l'analyse de la composition faunistique permet donc une évolution de l'état de ce milieu toute perturbation provoquant des modifications plus au moins marquée des communautés vivantes qu'il héberge.

L'utilisation de variables écologiques biologiques s'est ainsi, progressivement imposée comme moyen d'apprécier la qualité des eaux, et des systèmes aquatiques, car ils présentent un certain nombre d'avantages et de complémentarités par rapport aux variables physico chimiques.

Les organismes utilisés sont appelés. Indicateurs biologiques ou bioindicateurs. Blandin(1986)., Genin et al (2003), définit l'indicateur biologique comme « une population ou un ensemble de population, qui par ses caractéristiques qualitatives ou quantitatives ,témoigne de l'état d'un système écologique et qui, par les variations de ses caractéristiques .permet de détecter d'éventuelles modifications du milieu .

#### III.8.1.L'analyse des stations

Les résultats des analyses sont obtenus en intégrant des facteurs déterminants :

-la diversité faunistique traduisant la capacité d'accueil du milieu et les potentialités de la faune à occuper les habitats présents.

-la nature du groupe indicateur le plus élevé, reflétant plus la qualité de l'eau.

-l'appréciation globale de la qualité hydro biologique est estimée à partir de l'examen des macro invertébrés benthiques.

Selon la diversité taxonomique de la station et la présence ou l'absence des taxons indicateurs. On attribue pour chaque station une note de qualité hydro biologique variant de 1 jusqu'à 20 (annexes 01).

### III.8.1.1.Station 01 (Trrig el oued).

Cette station est située à 870 m d'altitude avec une intersection à la route nationale N° 1, d'après le tableau 19, on constate que cette station a subi une forte pollution, cela vient de la dégradation du milieu, par les actions anthropiques (déstabilisation du lit par les prélèvements de sable), cette station est aussi dégradée par les déchets urbains et/ou industriels, facteurs de l'environnement (irrégularité de précipitations,,,etc.),

La famille de Chironomidae est la plus dominante au niveau de cette station pendant la période d'étude, d'après la grille établie par Melhaoui en 2009 pour évaluer la qualité de l'eau. Nous constatons que la qualité de l'eau est de mauvaise qualité, mais au cours de la période (Mars, Avril, Mai), on enregistre la présence de nouvelles espèces qui indiquent que la qualité de l'eau évolue (médiocre), cela est dû aux fortes quantités de précipitations durant ces trois mois.

**Tableau 19** : les valeurs calculées de l'IBGN dans la station du Trrig el oued.

Station 01	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
G,indicateur	3	1	3	3	6
Valeur IBGN	3	2	5	5	7
Classe de qualité	HC	HC	3	3	3
Qualité de l'eau	mauvaise	mauvaise	médiocre	médiocre	médiocre

### III.8.1.2.Station Barrage Tadjmout

La qualité de l'eau au niveau de la station Barrage Tadjmout est mauvaise, la valeur d'IBGN dépendant de la diversité taxonomique des caractéristiques physiques du milieu étudié,

Cette station est caractérisée pendant le mois de Janvier par une diversité taxonomique 2 et un groupe indicateur (GI=1), valeur de IBGN=2, classe de qualité Hors Classe, donc une mauvaise qualité d'eau. La même qualité au mois de Février,

Le mois de Mars est caractérisé par une forte quantité de pluviomètre au niveau de la région d'étude, cela provoque une amélioration de la qualité de cet cours d'eau (médiocre).

**Tableau 20** : les valeurs calculées de l'IBGN dans la station du Barrage Tadjmout.

Station 02	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
G,indicateur	1	1	5	2	6
Valeur IBGN	2	1	7	4	7
Classe de qualité	HC	HC	3	HC	3
Qualité de l'eau	mauvaise	mauvaise	médiocre	mauvaise	médiocre

### III.8.1.3.Station 03

Le cours d'eau au niveau de station 03 est caractérisé par une mauvaise qualité hydro-biologique, durant les mois de Janvier, Février, Avril et Mai, mais pendant le mois de Mars à une qualité médiocre, la mauvaise qualité de l'eau est provoquée grâce à la déstabilisation du lit par les prélèvements de sable.

**Tableau 21** : les valeurs calculées de l'IBGN dans la station 03 Tadjmout.

Station 03	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
G,indicateur	1	1	6	2	1
Valeur IBGN	1	1	7	2	1
Classe de qualité	HC	HC	3	HC	HC
Qualité de l'eau	mauvaise	mauvaise	médiocre	mauvaise	mauvaise

### III.8.1.4.Station 04 Oued Boudrim

Cette station est caractérisée par une diversité taxonomique nulle, (une seule groupe zoologique (les diptères), représentent). Selon les valeurs enregistrées d'IBGN au niveau de cette station l'eau a une qualité mauvaise, D'après la grille établie par Melhaoui 2009. La présence des Chironomidae montre une mauvaise qualité de l'eau, et la dégradation du milieu est due par deux familles, les Chironomidae et les Limoniidae.

**Tableau 22** : les valeurs calculées de l'IBGN dans la station Oued Boudrim.

Station 03	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
G,indicateur	1	1	sèchement	1	sèchement
Valeur IBGN	1	1		1	
Classe de qualité	HC	HC		HC	
Qualité de l'eau	mauvaise	mauvaise		mauvaise	

Les résultats des analyses biologiques montrent une nette dégradation des secteurs de ces stations. Les valeurs de l'IBGN enregistrées dans l'intervalle 7 et 1, ceci du d'un part a l'uniformisation du milieu avec un nombre de micro habitat plus réduits et se traduisant par une baisse importante du nombre de taxons, et d'autre part à l'alternation de la qualité de l'eau induisant la disparition des taxons les plus polluo-sensibles : passage d'un GI=8 a un GI=1.

## Conclusion

Notre étude se fait sur l'inventaire de peuplement des macro-invertébrés d'Oued M'zi, sur une distance de 48km, de 04 stations choisies selon l'accessibilité du milieu, pendant les 05 premières mois de l'année 2012.

Les macro-invertébrés recensés dans ce travail se composent de 7998 individus répartis en 13 groupes zoologiques de 26 familles, ils sont récoltés dans 4 stations situés entre 870 à 1040 m d'altitude.

Les groupes les mieux représentés sont les diptères, ils comptent 09 familles, suivi, les éphémérides en troisième position comptent 3 familles. les Coléoptères, les Mollusques et les annélides sont présentés par 2 familles pour chacun respectivement (Pleuroceridae; Prosobranches), (Tubificidae, Sangsues); les Hémiptères, les Hyménoptères, les Crustacés, les Nématodes, les Araignées aquatiques et les Hémiptères sont présentés par 1 seule espèce pour chacun.

Les différents indicateurs utilisés, à savoir la richesse taxonomique, l'indice de diversité de Shannon l'équitabilité, ont permis l'étude descriptive de la structure du peuplement. L'application de ces indices a montré une diversité taxonomique considérable de au niveau de station du Trrig el oued, station Barrage Tadjmout et la station voisine (03), peu diversifiée au niveau station Oued Boudrim.

L'étude de la qualité hydro biologique des cours d'eau échantillonnés, appréciée par la méthode de l'IBGN a montré une mauvaise qualité de l'eau au niveau de toutes les stations étudiées. Ces résultats montrent une nette dégradation du milieu.

En perspectives, il serait intéressant à avoir de prospecter d'une façon approfondie les différents cours d'eau (Oued M'zi), et engager des suivis annuels afin d'établir l'influence des facteurs du milieu sur la distribution de la faune, Certaines mesures de protection devraient être prises afin de préserver les milieux aquatiques. il est aussi indispensable de construire et maintenir en bon état de marche les installations de traitement et les stations d'épuration des eaux résiduaires.

Une réglementation en vigueur doit être mise en place afin d'interdire les prélèvements illicites de sable des Oueds. A cette fin, il faut mettre l'accent sur l'éducation et la sensibilisation de la population par des moyens d'information afin qu'elle puisse prendre conscience de l'importance de l'eau et de sa qualité.

- Abdelloui A, Mari R, 2006.**, Mise en évidence de mouvements de sable à partir d'images satellitales ; application au piémont sud de l'Atlas saharienne(Algérie) 3-13p.
- Borror et White 1970.** Clé d'identification des ordres d'insectes adultes,1-6p.
- Bourbeau, P. et Quirion,P ,1999.** Lexique des sciences biologiques, 2e édition, Québec, Éditions Brault et Bouthillier, 633 p.
- Brigittg, G, Christian C et Françoie M, 2003 .,** Cours d'eau, pollutions-méthodes-IBGN et indices biologiques, 2<sup>e</sup> édition , 69 ,70-71,82-96,103-153 p.
- Batron, D. et Smith. 1984.** Insects of extremely small and extremely large aquatic habitats, pp 456-483. In : V. H. Resh et D. M.Rosenberg (éditeurs.) Theecology of aquatic insects. Praeger, NewYork.
- Boukli H . et Hassiane K., 2009.** Apport à la connaissance de la bioécologie des Coléoptères des milieux salés et humides de l'ouest algérien.32 p.
- Boukli H., Hassiane K. et Cheriguene I.2009.**, Inventaire et écologie du peuplement coleoptérique du bassin versant de la Tafna, 3p.
- C.D.F., 1998:** Présentation du sous secteur des forets. Wilaya de Laghouat ; 33 Pages.
- Chabour., N, 2006 .**Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Doctorat d'Etat en géologie, Université Mentouri Constantine, 15.16.17 p.
- Coffman, W. P. et L. C. Ferrington, J. 1996.** Chironomidae, pp 635-754. In : R. W.Merritt et K. W. Cummins (éditeurs) An introduction to the aquatic insects of NorthAmerica. 3e éd. Kendall/Hunt, Dubuque, Iowa.
- Comiskey, C. et C. Braudt. 1982.** Marine ecosystem monitoring. Quantitative impact assessment final report, Appendix A. Science Advisory Board, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D. C.
- Daphne, T., 2008 ;** Utilisation des macroinvertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières at Québec. Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation Université Laval 41p.
- D.S.A., 2006:** Secteur Agriculture. Wilaya de Laghouat ; 5 Pages.
- D.P.A.T., 2007:** Monographie de la wilaya de Laghouat, Laghouat, Algérie.
- D.S.A., 2008:** Secteur Agriculture. Wilaya de Laghouat ; 4 Pages.
- Eugene Angeiier 2001 :** écologie des eaux courantes ,l'université Paul Sabatier-Toulouse 3 .2<sup>e</sup> tirage .
- Françoie, Ramade.,2003;** éléments d'écologie,écologie fondamentale,3<sup>ème</sup>édition,DUNOD.,Paris..339p.
- George M 2000,** Conseiller scientifique université de Cambridge Araigneens et autres arthropodes terrestres, Larousse Bordas.34-45p .

- Gerrard W, 2000** ., Etudes faunistiques sur les macro-invertébrés ; Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois, Belgique.5p.
- Grac C et G,Hoareu,(2000)**,Atlas des macro-invertebres des eaux douces de la réunion.7-19 p.
- Ho Thanh Hai**,The studying status and use of benthic macro invertebrates for assessment and biomonitoring of water quality in **Vietnam** , Institute of Ecology and Bioresources
- Haouchine S, 2011** ; Université Mouloud Mammeri de Tizi ousou Mémoire en vue de l'obtention de Magister en sciences biologiques ; recherches sur la faunistiques et l'écologie des macro invertébrés des cours d'eau de Kabylie . 45-61p.
- Hazaoui D. et Arab A., 2009**, Impact des changements climatiques sur la répartition des macro invertébrés benthique de l'oued Saoura . 17p.
- Jeqn R., Bernard L, et Nicole M .** L'Analyse de l'eau, Dunod, Paris, 2009 © Dunod Paris, 1959, pour la 1re édition ; 883p.
- Lahziel A et Bensalah N(2007)**,Le phytoplancton d'un plan d'eau douce ;approche quantitative et qualitative (cas de Barrage de Tadjouat),Mém.Univ.Amar Telidji , Laghouat 21p.
- Lounaci A.2009**; Diversité spécifique et structure des peuplements de macro invertébrés benthiques des cours d'eau de Kabylie.12p.
- Mohamed Dakki ,2004** : étude nationale sur la biodiversité ; Faune aquatique continental 17-20.p.
- Moisan, J., 2010**. Guide d'identification des principaux macro invertébrés benthiques d'eau douce du Québec, – Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 550-58416-2), 82 p.
- Moisan, J. et L. Pelletier, 2011**. Protocole d'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, Cours d'eau peu profonds à substrat meuble 2011, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, , 39 pages.
- Moisan, J. et L Pelletier, 2008**.Guide de surveillance biologique basée sur la macro invertébrée benthique d'eau douce du Québec Cours d'eau peu profonds à substrat grossier, 2008. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, 86 p.
- Mebarki M. et Saadi A.**, Contribution à l'étude de la faune benthique des cours d'eau (oueds Hamla et Bouhilef) du Parc National de Belezma (Batna),2p.
- Office Nationale Météologique, .2011** ; Données météorologiques de Laghouat.(2001-2011) .
- Patricia N, 2008**; Dynamique spatio-temporelle des macro invertébrés des débris ligneux lenticules 23p.

**Patrice L 2007** ; Paris,Le guide entomologique ;plus de 5000 espèces européennes ,89 p.

**Tachet, H., P. Richoux, M. Bournaud et P. Usseglio-Poletera, 2002.** Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie, Paris, CNRS Éditions, 587 p.

**Tabti N. et Abdellaoui K,2008.** étude comparée de l'effet de *Bacillusthuringiensis* sur les populations purifiées et des populations des gites artificiels de *Culex pipiens* L.(Diptéra-Culicide) dans la ville de Tlemcen.34p.

**Zougaghe F., 2010, Thèse** doctorat: études des communautés de macro invertébrés benthiques dans le bassin versant de Soummam (Algérie),190p.

**Wolfgang D,et Werner R, 2009** . Guide des insectes la description, l'habitat, les mœurs .Paris .3p.

**Annexe 01 : Valeur de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune**  
(norme NFT 90-350 mars 2004)

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
taxons	GI	>50	49 45	44 41	40 37	36 33	32 29	28 25	24 21	20 17	16 13	12 10	9 7	6 4	3 1
Chloroperlidae (Plécoptères) Perlidae (Plécoptères) Perlodidae (Plécoptères) Taeniopterygidae (Plécoptères)	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Capniidae (Plécoptères) Brachycentridae(Trichoptères ) Odontoceridae (Trichoptères) Philopotamidae (Trichoptères)	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Leuctridae (Plécoptères) Glossosomatidae(Trichoptère) Beraidae (Trichoptères) Goeridae (Trichoptères) Leptophlebiidae(Ephémères)	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae (Plecoptères) Lepdostomatidae(Trichoptère ) Sericostomatidae(Trichoptère ) Ephemeridae(Ephéméroptère)	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Hydroptilidae (Trichoptères) Heptageniidae(Ephéméroptès) Polymitarcidae(Ephéméropes) Potamanthidae(Ephéméropes)	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae (Trichoptères) Polycentropodidae(Trichopes) Psychomyidae (Trichoptères) Rhyacophilidae (Trichoptères)	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Limnephilidae*(Trichoptères) Hydropsychidae(Trichoptères ) Ephemerellidae*(Ephémères) Aphelocheirida(Hétéroptères)	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Baetidae* (Ephéméroptères) Caenidae* (Ephéméroptères) Elmidae* (Coléoptères) Gammaridae* (Crustacés) Mollusque	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae* (Diptères) Asellidae* (Crustacés) Achètes (Annélides) Oligochètes* (Annélides)	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

\* Taxons représentés par au moins 10 individus - Les autres par au moins 3 individus

**Annexe 02 :** calcul de d'indice de diversité de Shannon pour la station 01.

<b>Famille</b>	<b>nombre</b>	<b>p<sub>i</sub></b>	<b>Log<sub>2</sub>p<sub>i</sub></b>	<b>p<sub>i</sub>, Log<sub>2</sub>p<sub>i</sub></b>
<i>Chironomidae</i>	2288	0,69	-0,52	-0,35
<i>Limoniidae</i>	331	0,1	-3,32	-0,332
<i>diptères</i>	171	0,07	-3,75	-0,26
<i>Ceratopogonidae</i>	40	0,017	-5,85	-0,099
<i>Psychodidae</i>	3	0,0013	-9,6	-0,012
<i>Simuliida</i>	89	0,039	-4,69	-0,18
<i>Chaoboridae</i>	40	0,07	-3,75	-0,26
<i>Diptères</i>	9	0,0039	-8,02	-0,031
<i>Coléoptère1</i>	2	0,00087	-10,19	-0,0088
<i>Dytiscidae</i>	2	0,00087	-10,19	-0,0088
<i>Coléoptère 2</i>	4	0,0017	-9,19	-0,015
<i>Corixidae</i>	3	0,0013	-9,6	-0,012
<i>Agriotypidae</i>	7	0,003	-8,38	-0,025
<i>Baetidae</i>	5	0,002	-8,87	-0,0177
<i>Ephemerillidae</i>	2	0,00087	-10,19	-0,0088
<i>Saldidae</i>	4	0,0017	-9,19	-0,015
<i>Tubificidae</i>	242	0,1	-3,24	-0,324
<i>Glossiphoniidae</i>	4	0,0017	-9,19	-0,015
<i>Ostracode</i>	11	0,0048	-7,72	-0,037
<i>Araignaie aquatique</i>	1	0,00043	-11,2	-0,0048
<i>Planorbidae</i>	5	0,002	-8,87	-0,0177

H'=2,03. E=0,46.

**Annexe 03:** calcue d'indice de diversité de Shannon pour la station 02.

<b>Famille</b>	<b>nombre</b>	<b>p<sub>i</sub></b>	<b>Log<sub>2</sub>p<sub>i</sub></b>	<b>p<sub>i</sub>, Log<sub>2</sub>p<sub>i</sub></b>
<i>Chironomidae</i>	1083	0,41	-1,28	-0,52
<i>Limoniidae</i>	291	0,11	-3,19	-0,35
<i>Diptée</i>	88	0,033	-4,9	-0,16
<i>Ceratopogonidae</i>	29	0,011	-6,53	-0,07
<i>Simuliida</i>	19	0,007	-7,14	-0,05
<i>Chaoboridae</i>	179	0,068	-3,89	-0,26
<i>Diptère</i>	13	0,004	-7,69	-0,03
<i>Coléoptère1</i>	1	0,00038	-11,41	-0,0043
<i>Dytiscidae</i>	2	0,00076	-10,40	-0,0079
<i>Corixidae</i>	2	0,00076	-10,40	-0,0079
<i>Agriotypidae</i>	2	0,00076	-10,40	-0,0079
<i>Baetidae</i>	4	0,0015	-9,40	-0,014
<i>Siphonuridae</i>	13	0,004	-7,69	-0,03
<i>Nematode</i>	2	0,00076	-10,40	-0,0079
<i>Tubificidae</i>	881	0,33	-1,58	-0,52
<i>Ostracode</i>	9	0,0034	-8,22	-0,027
<i>Araignaie aquatique</i>	1	0,00038	-11,41	-0,0043
<i>Planorbidae</i>	2	0,00076	-10,40	-0,0079

$H'=2,07$ .  $E=0,49$ .

**Annexe 04:** calcul de l'indice de diversité de Shannon pour la station 03.

Famille	nombre	$p_i$	$\text{Log}_2 p_i$	$p_i \cdot \text{Log}_2 p_i$
<i>Chironomidae</i>	971	0,45	-1,14	-0,51
<i>Limoniidae</i>	346	0,16	-2,64	-0,42
<i>Diptère</i>	346	0,16	-2,64	-0,42
<i>Ceratopogonidae</i>	23	0,01	-6,57	-0,065
<i>Taumaleidae</i>	3	0,001	-9,52	-0,009
<i>Simuliida</i>	111	0,05	-4,28	-0,21
<i>Chaoboridae</i>	107	0,049	-4,34	-0,21
<i>Agriotypidae</i>	2	0,0009	-10,11	-0,009
<i>Baetidae</i>	2	0,0009	-10,11	-0,009
<i>Tubificidae</i>	208	0,097	-3,37	-0,32
<i>Glossiphoniidae</i>	3	0,001	-9,52	-0,009
<i>Ostracode</i>	12	0,0056	-7,51	-0,042

$H'=2,23$ .  $E=0,61$ .

**Annexe 05:** calcul de l'indice de diversité de Shannon pour la station 04.

Famille	nombre	$p_i$	$\text{Log}_2 p_i$	$p_i \cdot \text{Log}_2 p_i$
<i>Chironomidae</i>	95	0,719	-0,47	-0,34
<i>Limoniidae</i>	37	0,28	-1,84	-0,51

$H'=0,176$ .  $E=0$ .

**Annexe 06:** calcul de l'indice de diversité de Shannon pour le mois de Janvier.

Famille	nombre	$p_i$	$\text{Log}_2 p_i$	$p_i \cdot \text{Log}_2 p_i$
<i>Tabanidae</i>	13	0,026	-5,28	-0,13
<i>Limoniidae</i>	27	0,054	-4,22	-0,22
<i>Chironomidae</i>	450	0,9	-0,15	-0,13
<i>Ephemerillidae</i>	1	0,002	-9	-0,018
<i>Nematode</i>	2	0,004	-7,99	-0,03
<i>Mollusque</i>	1	0,002	-9	-0,018

$H'=0,546$ .  $E=0,21$ .

**Annexe 07:** calcul de l'indice de diversité de Shannon pour le mois de Février.

Famille	nombre	$p_i$	$\text{Log}_2 p_i$	$p_i \cdot \text{Log}_2 p_i$
<i>Diptère</i>	78	0,034	-4,8	-0,16
<i>Limoniidae</i>	248	0,1	-3,2	-0,32
<i>Chironomidae</i>	1837	0,8	-0,29	-0,23
<i>Ceratopogonidae</i>	2	0,0008	-10,18	-0,008
<i>Tubificidae</i>	99	0,043	-4,5	-0,19

$H'=0,9$ .  $E=0,38$ .

**Annexe 08:** calcul de l'indice de diversité de Shannon pour le mois de Mars.

Famille	nombre	$p_i$	$\text{Log}_2 p_i$	$p_i \cdot \text{Log}_2 p_i$
Diptère	509	0,19	-2,33	-0,44
Limoniidae	349	0,13	-2,88	-0,37
Chironomidae	1047	0,4	-1,29	-0,51
Ceratopagonidae	25	0,009	-6,7	-0,06
Tubificidae	219	0,08	-3,5	-0,28
Thaumaleidae	3	0,001	-9,7	-0,009
Simuliidae	169	0,06	-3,9	-0,23
Diptère 2	22	0,008	-6,89	-0,055
Choaboridae	160	0,062	-4,01	-0,24
Coléoptre 1	3	0,001	-9,7	-0,009
Dytiscidae	1	0,0003	-5,4	-0,001
Coléoptère 2	2	0,00078	-10,36	-0,008
Heteroptere	3	0,001	-9,7	-0,009
Hymenoptere	8	0,034	-4,88	-0,166
Ostracode	18	0,007	-7,18	-0,05
Sangsue	3	0,001	-9,7	-0,009
Siphmeridae	13	0,005	-7,6	-0,03
Baeidae	2	0,00078	-10,36	-0,008

$H' = 2,47$ .  $E = 0,58$ .

**Annexe 10:** calcul de l'indice de diversité de Shannon pour le mois d'Avril.

Famille	nombre	$p_i$	$\text{Log}_2 p_i$	$p_i \cdot \text{Log}_2 p_i$
Diptère	14	0,0079	-7,00	-0,055
Limoniidae	376	0,21	-2,23	-0,469
Chironomidae	730	0,41	-1,27	-0,52
Ceratopagonidae	10	0,0056	-7,49	-0,0419
Simuliidae	47	0,026	-5,24	-0,13
Choaboridae	166	0,094	-3,41	-0,32
Psychodidae	3	0,001	-9,2	-0,009
Coléoptère 1	3	0,001	-9,2	-0,009
Dytiscidae	3	0,001	-9,2	-0,009
Coléoptère 2	1	0,00056	-10,8	-0,006
Mollusque	2	0,001	-9,8	-0,009
Agrioptypidae	1	0,00056	-10,8	-0,006
Tubificidae	393	0,22	-2,16	-0,47
Ostracode	18	0,01	-6,63	-0,06
Hemiptere	4	0,002	-8,81	-0,017
Araignaie aquatique	1	0,00056	-10,8	-0,006

$H' = 2,13$ .  $E = 0,53$ .

**Annexe 11:** calcul de l'indice de diversité de Shannon pour le mois de Mai.

<b>Famille</b>	<b>nombre</b>	<b>p<sub>i</sub></b>	<b>Log<sub>2</sub>p<sub>i</sub></b>	<b>p<sub>i</sub>, Log<sub>2</sub>p<sub>i</sub></b>
Limoniidae	25	0,022	-5,5	-0,12
Chironomidae	373	0,32	-1,6	-0,51
Ceratopogonidae	55	0,04	-4,3	-0,17
Simuliidae	3	0,002	-8,6	-0,017
Agriotypidae	2	0,001	-9,1	-0,009
Tubificidae	660	0,58	-0,78	-0,45
Achete	4	0,003	-8,18	-0,024
Coleoptere	1	0,0008	-10,19	-0,008
Baetidae	9	0,0079	-7,0	-0,055

H'=1,36. E=0,42.

<i>Janvier 2012</i>			
<b>Station</b>	<b>Ordre</b>	<b>Famille</b>	<b>Nombre d'espèce</b>
<b>Station 01 Trrig el oud</b>	<b>Éphéméroptère</b>	<i>Ephemerellidae</i>	<b>01</b>
	<b>Diptère</b>	<i>Chironomidae</i>	<b>296</b>
	<b>Mollusque</b>	<i>Prosobranches</i>	<b>01</b>
	<b>Espèce non identifié</b>		<b>01</b>
<b>Station 02 Barrage Tadjmout</b>	<b>Diptère</b>	<i>Chironomidae</i>	<b>89</b>
	<b>Nématode</b>	<i>Nématode</i>	<b>02</b>
<b>Staton 03 2Km de barrage</b>	<b>Diptères</b>	<i>Chironomidae</i>	<b>58</b>
		<i>Limoniidae</i>	<b>26</b>
		<i>Tabanidae</i>	<b>13</b>
<b>Station 04 Oued Boudrim</b>	<b>Diptère</b>	<i>Chironomidae</i>	<b>07</b>
		<i>Limoniidae</i>	<b>01</b>

**Annexe 12:** résultats de mois de Janvier.

**Annexe 13:** résultats de mois de Février.

<i>Février 2012</i>			
<b>Station</b>	<b>Ordre</b>	<b>Famille</b>	<b>Nombre d'espèce</b>
<b>Station 01 Trrig el oud</b>	<b>Diptère</b>	<i>Chironomidae</i>	<b>1295</b>
		<i>Limoniidae</i>	<b>151</b>
		<i>Ceratopogonidae</i>	<b>02</b>
	<b>Oligochète</b>	<i>tubificidae</i>	<b>99</b>
	<b>Espèce non identifié</b>		<b>01</b>
<b>Station 02 Barrage Tadjmout</b>	<b>Diptère</b>	<i>Chironomidae</i>	<b>251</b>
		<i>Limoniidae</i>	<b>23</b>
		<i>Tabanidae</i>	<b>30</b>
<b>Staton 03 2Km de barrage</b>	<b>Diptère</b>	<i>Chironomidae</i>	<b>212</b>
		<i>Limoniidae</i>	<b>40</b>
		<i>Tabanidae</i>	<b>39</b>
	<b>Espèce non identifié</b>		<b>01</b>
<b>Station 04 Oued Boudrim</b>	<b>Diptère</b>	<i>Chironomidae</i>	<b>79</b>
		<i>Limoniidae</i>	<b>34</b>

annexe 14: résultats de mois de Mars			
Station	Ordre	Famille	Nombre d'espèce
Station 01 Trrig el oud	<b>Diptère</b>	<i>Chironomidae</i>	272
		<i>Limoniidae</i>	78
		<i>Diptère</i>	137
		<i>Brachycères</i>	20
		<i>Ceratopogonidae</i>	08
		<i>Simuliida</i>	47
		<i>Chaoboridae</i>	26
		<i>Hydrophilidae</i>	03
		<i>Non identifié</i>	01
			03
			01
Station 02 Barrage Tadjmout	<b>Coléoptère</b>	<i>Pleuroceridae</i>	01
		<i>Agriotypidae</i>	06
		<i>Tubificidae</i>	133
		<i>Ostracode</i>	02
			04
Station 03 2Km de barrage	<b>Hétéroptères</b>	<i>Siphonuridae</i>	13
		<i>Chironomidae</i>	198
		<i>Limoniidae</i>	52
		<i>Dixidae</i>	13
		<i>Simuliida</i>	11
		<i>Chaoboridae</i>	27
Station 03 2Km de barrage	<b>Diptère</b>	<i>Dytiscidae</i>	01
			02
			02
		<i>Agriotypidae</i>	02
		<i>Tubificidae</i>	01
		<i>Ostracode</i>	47
			05
			01
Station 03 2Km de barrage	<b>Éphéméroptère</b>	<i>Ephemeridae</i>	02
		<i>Chironomidae</i>	577
		<i>Limoniidae</i>	219
		<i>Thaumaleidae</i>	03
		<i>Brachycères</i>	88
		<i>Ceratopogonidae</i>	17
		<i>Simuliida</i>	111
		<i>Chaoboridae</i>	107
Station 03 2Km de barrage	<b>Hyménoptère</b>	<i>Tubificidae</i>	01
		<i>Oligochète</i>	39
		<i>Sangsue</i>	03
		<i>Ostracode</i>	08

## Annexe 15 : résultats de mois d'Avril

	<b>Ordre</b>	<b>Famille</b>	<b>Nombre d'espèce</b>
Station 01 Trrig el oud	<b>Éphéméroptère</b>	<i>Ephemerellidae</i>	<b>01</b>
		<b>Diptère</b>	<i>Chironomidae</i>
		<i>Limoniidae</i>	<b>99</b>
		<i>Ceratopogonidae</i>	<b>10</b>
		<i>Psychodidae</i>	<b>03</b>
		<i>Simuliida</i>	<b>39</b>
		<i>Chaoboridae</i>	<b>14</b>
	<b>Coléoptère</b>		<b>02</b>
		<i>Dytiscidae</i>	<b>02</b>
			<b>01</b>
	<b>Hémiptère</b>	<i>Saldidae</i>	<b>04</b>
	<b>Mollusque</b>	<i>Prosobranches</i>	<b>03</b>
	<b>Araignée aquatique</b>		<b>01</b>
<b>Oligochète</b>		<b>10</b>	
<b>Crustacés</b>	<i>Tubificidae</i>	<b>09</b>	
	<i>Ostracode</i>	<b>08</b>	
Station 02 Barrage Tadjmout	<b>Coléoptère</b>		<b>02</b>
		<b>Diptère</b>	<i>Chironomidae</i>
		<i>Limoniidae</i>	<b>198</b>
		<i>Simuliida</i>	<b>08</b>
		<i>Chaoboridae</i>	<b>152</b>
	<b>Coléoptère</b>		<b>01</b>
		<i>Dytiscidae</i>	<b>01</b>
	<b>Mollusque</b>	<i>Planorbidae</i>	<b>01</b>
		<i>Pleuroceridae</i>	<b>01</b>
			<b>01</b>
	<b>Hyménoptère</b>	<i>Agriotypidae</i>	<b>01</b>
	<b>Araignée aquatique</b>		<b>01</b>
	<b>Oligochète</b>		<b>01</b>
<b>Crustacés</b>	<i>Tubificidae</i>	<b>274</b>	
	<i>Ostracode</i>	<b>05</b>	
<b>Espèce non identifié</b>		<b>01</b>	
Staton 03 2Km de barrage	<b>Diptère</b>	<i>Chironomidae</i>	<b>96</b>
		<i>Limoniidae</i>	<b>77</b>
	<b>Oligochète</b>	<i>Tubificidae</i>	<b>69</b>
	<b>Crustacés</b>	<i>Ostracode</i>	<b>04</b>
Station 04 Oued Boudrim	<b>Diptère</b>	<i>Chironomidae</i>	<b>09</b>
		<i>Limoniidae</i>	<b>02</b>

Annexe 16 : résultats de mois de Mai.

<i>Mai 2012</i>			
Station	Ordre	Famille	Nombre
<b>Station 01</b> <b>Trrig el oued</b>	<b>Dipteres</b>	<i>Chironomidae</i>	30
		<i>Simuliidae</i>	03
		<i>Limoniidae</i>	03
		<i>Ceratopagonidae</i>	20
	<b>Ephemeroptera</b>	<i>Ephemeridae</i>	05
	<b>Hymenopters</b> <b>Oligochete</b>	<i>Agriotypidae</i> <i>Songsue</i>	01 04
<b>Station 02</b> <b>Barrage</b> <b>Tadjmout</b>	<b>Dipteres</b>	<i>Chironomidae</i>	315
		<i>Ceratopagonidae</i>	29
		<i>Limoniidae</i>	18
	<b>Oligochete</b>	<i>Tubifixidae</i>	560
	<b>Ephemeroptera</b>	<i>Ephemeridae</i>	04
	<b>Coleopteres</b>		01
<b>Station 03 2</b> <b>Km de barrage</b>	<b>Dipteres</b>	<i>Chironomidae</i>	28
		<i>Ceratopagonidae</i>	06
		<i>Limoniidae</i>	04
	<b>Oligochete</b>	<i>Tubifixidae</i>	100
	<b>Hymenoptera</b>		01
<b>Station 04</b> <b>ouedBoudrim</b>	<b>Sèchement totale de station</b>		

Annexe 17 :: Richesse taxonomique de macro-invertébrés benthiques du oued M'zi.

Embranchement	Classe	Ordres	famille	Genre	Station 01	Station 02	Station 03	Station 04	
Arthropodes	insectes	Dipteres	<i>Chironomidae</i>	<i>Chirinumus,</i>	+	+	+	+	
			<i>Limoniidae</i>	<i>Antocha</i>	+	+	+	+	
					+	+	+		
			<i>Ceratopogonidae</i>	<i>Dasyheleinae</i>	+	+	+		
			<i>Psychodidae</i>	<i>Psychopda</i>	+				
			<i>Simuliida</i>	<i>Simulium</i>	+	+	+		
			<i>Chaoboridae</i>	<i>Chaoborus</i>	+	+	+		
			<i>Taumaleidae</i>	<i>Thaumalea</i>				+	
		Coleopteres				+	+		
			<i>Dytiscidae</i>	<i>Hydrovatus</i>		+	+		
						+			
		Heteropteres	Corixidae	<i>Corixa</i>		+	+		
		Hymenopteres	Agriotypidae	<i>Agriotypus</i>		+	+	+	
		Ephemeropteres	Baetidae	<i>Baetis</i>		+		+	
	<i>Ephemerillidae</i>	<i>Ephemerilla</i>		+					
	<i>Siphonuridae</i>	<i>Siphonurus</i>			+				
	Hemiptere			+		+			
Annelides	Oligochete		<i>Tubificidae</i>	<i>Potamathrix</i>	+	+	+		
	Hirudinea	Rhynchobdellida	<i>Glossiphoniidae</i>	<i>Theromyzon</i>	+				
Mollusques	Gasteropoda	Basomatophora	<i>Planorbidae</i>	<i>Planorbarius</i>		+			
					+	+			
	Crustace	Ostracoda			+	+	+		
Nemertienes	Nematode	Mermithidae				+			
	Araignais				+	+			

Annexe 18 : Principaux paramètres écologiques prélevés sur le terrain au moment de l'échantillonnage

station	Paramètre écologique	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Station Trrig el oued	T°C	11	10	16	14	10
	pH		8,3	7,5	7,3	7,2
	Vitesse m/s		-	0,32	0,29	0,25
	Profondeur cm	10	15	30	40	20
Station Barrage Tadjmo oued	T°C	10	12	12	17	11
	pH		7,4	7,7	7,5	6,9
	Vitesse m/s					
	profondeurcm	15	19	45	30	15
Station 2 km de Barrage	T°C	12	11	14	15	14
	pH		7,5	8,1	7,8	7,3
	Vitesse m/s		0,28	0,44	0,38	0,49
	Profondeur cm	12	14	16	13	10
Station oued Boudrim	T°C	12	13		14	
	pH		7,7		8,1	
	Vitesse m/s	-	-		0,20	
	Profondeur cm	13	11		20	

## Annexe 19: Fiche de terrain.

## Description générale de la station – niveaux Cours d'eau à substrat grossier

Cours d'eau : \_\_\_\_\_ Largeur moyenne en eau (m) : \_\_\_\_\_

No de station : \_\_\_\_\_ Largeur moyenne aux berges (m) \_\_\_\_\_

Observateurs : \_\_\_\_\_ Profondeur moyenne (cm): \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_ Heure : \_\_\_\_\_ Coordonnées GPS : \_\_\_\_\_ latitude nord

longitude ouest Altitude : \_\_\_\_\_ mètres

**Note : macro habitat sur 100 m de berge****Note : les berges gauche et droite sont déterminées en regardant vers l'aval.**

<u>TYPE D'ECOULEMENT(%)</u>	<u>COMPOSITION DES BERGES (%)</u>	<u>TYPE DE SUBSTRAT(%)</u>
fosse	(1 <sup>ère</sup> encoche d'érosion+ 10 m)	<b>Niveaux</b>
plats <i>lenticules et courant</i>	Vue aérien	argile-limon _____ } _____
seuil	roches ou roc _____	sable (0,02-0,2 cm) _____ } _____
<b><u>VITESSE DU COURANT</u></b>	sol nu	gravier (0,2-2 cm) _____ } _____
(courantomètre à 10 cm sous la surface dans les zones échantillonnées)	herbacées naturelles _____	galets (2-20 cm) _____ } _____
_____	arbustes arbres	blocs (>20 cm) _____ } _____
unité : _____	pâturage, fourrage	roc _____
méthode : _____	pelous culture	<b><u>ETAT DU SUBSTRAT</u></b>
<b><u>TRANSPARENCE :</u></b>	coupe forestière _____	Absent présent abondant
Elevée <input type="checkbox"/>	(récente)	algues <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Moyenne <input type="checkbox"/>	artificielle* <input type="checkbox"/>	mousses <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Faible <input type="checkbox"/>	<b><u>INFRASTRUCTURE</u></b>	autre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b><u>COUVERT RFORESTIE :</u></b>	<b><u>SOUTIEN</u></b>	<b><u>MESURES PYSCOCHIMIQUES</u></b>
fermé _____%	(longueur de berge occupée)	Température C° _____
	<b>G D</b>	(obligatoire)
	_____ % _____%	Oxygène dissous : _____
	<b><u>MATERIAUX UTILISES</u></b>	Conductivité : _____
	<b>C D</b>	PH : _____
	roches <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	bois <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	béton <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	autre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Annexe 20 : les principaux macro- invertébrés d' Oued M'zi .



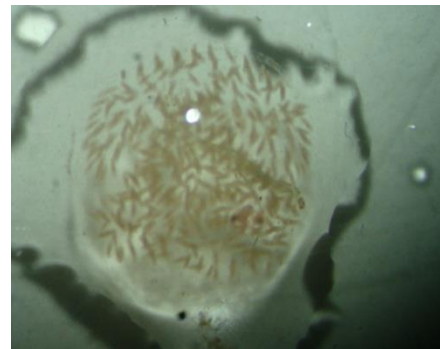
**Larve de Chironomidae**



**nymphe de Chironomidae**



**Larve Ceratopogonidae**



**les œufs de Culicidae**



**Larve de Limoliidae**



**nymphe de Psychodidae**



**Larve de Simuliidae**



**nymphe de Simuliidae**



**Baetidae**



**Baetidae**



**Éphémérida**



**Siphonuridae**

**Les Mollusques**



**Prosobranchie**



**planorbidae**



**Hétéroptères**



**Ostracodes**



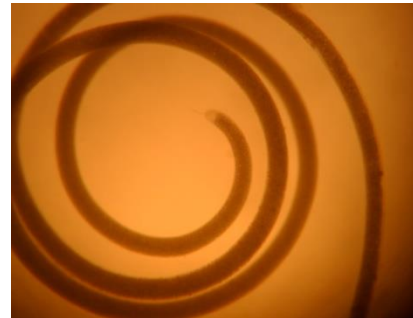
**Hymnoptères**



**Hémiptères**



**Thysanoptères**



**Nématode**



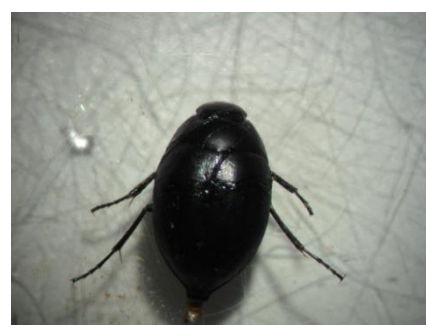
**Sangsue**



**Tubifix**



**Coléoptère Dystiscidae 1**



**Coléoptère Dystiscidae 2**