

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Parasitologie

THEME

Impact des paramètres physicochimiques sur la répartition et distribution des macros invertébrées du Barrage Tajmoute (Laghouat).

Présenté par :

Ouffai Asmaa

Devant le jury composé de :

Président(e) : GHERMAOUI Mohamed (MCB. Univ-Laghouat)

Examineur: MERABTI Brahim. (MCA .Univ-Laghouat)

Rapporteur : SELLAM Nassima. (MCA.Univ-Laghouat)

Soutenu publiquement le :16/06/2019.

Remerciements

Au terme de ce travail,

Avant tout, je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la force et le courage afin que je puisse accomplir ce modeste travail.

C'est un grand merci que j'adresse à Dr : Sellam Nassima pour son encadrement et ces conseils.

Notre respect aux membres de jury Dr .Gharmaoui Mohamed et Dr.Merabti Brahim, qui nous feront l'honneur d'accepter et de juger ce modeste travail, d'apporter leurs réflexions et leurs critiques scientifiques.

Nous remercions également Dr.Chaiibi Rachid et Mr. Hamida Amine qui m'ont été d'une aide précieuse lors réalisé de ce travail.

Ainsi que le personnel du service de l'ADE pour leur accueil durant le stage

Enfin, nous tenons à exprimer nos profonds remerciements à tous ceux qui nous ont soutenus de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.



Résumé :

Le présent travail consiste à une étude hydrobiologique sur les macroinvertébrés benthiques dans un barrage d'eau permanent Oued M'zi (Barrage Tajmoute) dans la région Laghouat. Le but de cette étude à contribuer à la connaissance la qualité des paramètres physico-chimiques et leurs impacts sur la répartition et distribution des macroinvertébrés. En effet, un échantillonnage a été appliqué mensuellement entre Décembre 2018 et Mai 2019 à l'aide d'un filet troubleau, nous a permis de recenser un totale de (732 individus) des macroinvertébrés qui répartis à distance 100 m, qui sont appartiennent principalement à l'ordre des Diptères (03 familles) avec (92%) et les Coléoptères (1%) et les Annélides (7%) (1 famille pour chacune), qui sont considéré comme des bioindicateurs. Les résultats des indices écologiques montrent que le peuplement est plus ou moins faiblement réinstallée après l'impact de la perturbation hydrologiques des crues. et le suivi temporelle de 14 paramètres physico-chimiques montrent que il y'a une corrélation de certaines paramètres sur notre communautés telque (HCO_3^- , NO_3^- , SPO_4^- et Cl^-), mais parait globalement normale en dehors de la station pollué.

Mots clé : Barrage Tajmoute, Oued M'zi, macroinvertébrés, bioindicateurs.

Abstract :

The present work consists a hydrobiological study on benthic macroinvertebrates in permanent water Oued M'zi (Dam Tajmoute) in the Laghouat region. The aim of this study concerns a contributes to the knowledge of physicochemical parameters and their impact on the repertition and distribution of macroinvertebrates. Indeed a sampling was applied monthly between December 2018 to May 2019 using a net troubleau, allowed us to count a total of (742 individuals) macroinvertebrates which distributed the Tajmoute Dam. at a distance of 100 m, as well as allowing us to identify (742 individuals) insects that belong mainly to the order Diptera (03 family) with (92%) and the Coleoptera (1%) and the Annelids (7%) (1 family each) which are referred to as bio indicators. The results of the ecological index analysis show that the population is faster reinstated after the hydrological disturbance according to the flood impact study. The specific diversity expressed by several ecological indices of structure is clearly weak, the temporal monitoring of 14 physicochemical parameters show the

correlation such of parameters as (HCO₃⁻, NO₃⁻, SPO₄⁻ et Cl⁻), but appears generally normal outside the polluted station.

Key words: Dam Tajmoute, Oued M'zi, macro invertebrates, temporal biodiversity.

ملخص:

يتألف العمل حاليا من دراسة هيدروبيولوجية على اللاقاريات الكبيرة القاعية في واد مزي (سد تاجموت) في منطقة الأغواط. الهدف من هذه الدراسة هو معرفة طبيعة الفيزيوكيميائية وتأثيرها على التوزيع اللاقاريات. في الواقع، تم تطبيق اخذ العينات شهريا من ديسمبر 2018 الى ماي 2019 بواسطة شبكة جمع. سمحت لنا بتحديد (732 فردا) من اللاقاريات الكبيرة القاعية التي تتوزع على 100 متر التي تتنوع أساسا إلى مجموعة ذوات الجناحين (03 عائلات) ب(92%) و نصفيات الجناح ب(1%) و الديدان الخيطية ب(7%) (عائلة لكل منهم)، والتي تعتبر من المؤشرات البيولوجية. نتائج التحاليل المؤشرات البيئية أظهرت ان هذه العشرة ضعيفة الرجوع بعد الاضطرابات الهيدرولوجية حسب الدراسة الفيضانات. تتبع الزمني ل14 عامل فيزيو-كيميائي يبين ان بعض العوامل ك(بيكربونات، نترات، سلفات وكلورور) لديهم صلة مع عشيرتنا. ولكن يبدو عموما طبيعيا بعيدا عن المنطقة التلوث.

الكلمة الرئيسية: سد تاجموت، واد مزي، اللاقاريات القاعية الكبيرة، مؤشرات بيئية .

Liste des figures :

Figure	Titre	Page
Figure1 .	La faune de macroinvertébrés benthiques.	07
Figure 2.	Chaine alimentaire aquatique.	08
Figure 3.	Cycle biologiques d'un Diptère (simuliides)	09
Figure 4.	Clé d'identification des Macrosinvertébrés.	10
Figure 5.	Larve d'invertébré benthique(Simuliidae) indicatrices d'un milieu en bon état écologique	13
Figure6.	Les macros invertébrés bioindicatrices de la qualité de l'eau.	17
Figure7.	Carte de la wilaya de Laghouat.	18
Figure8 .	Oued M'zi de la wilaya de Laghouat.	20
Figure 9.	Diagramme Ombrethermique de GAUSSEN de la région de Laghouat 2008-2017.	24
Figure10 .	Emplacement de la région de Laghouat sur le climagramme d'Emberger.	25
Figure 11.	Barrage Tajmoute (Oued M'Zi).	26
Figure12 .	Barrage Tajmoute sous satellite (Google Earth 2019).	27
Figure 13.	Inondation de barrage Tajmoute (Crue 2016 et 2018).	29
Figure 14.	Echantillonnage de type (surber).	32
Figure15.	Echantillonnage de type <<troubleau>>.	32
Figure16.	abondance relative des groupes faunistiques dans le cours d'eau étudié.	41
Figure17.	Les macrosinvertébrés recensés au cours de la période d'étude.	43
Figure18.	Variation temporelle de répartition des peuplements inventoriés au cours de la période d'étude.	46
Figure19.	Les variations mensuelles de la température durant la période d'études.	47
Figure20.	Les variations mensuelles de pH durant la période d'études.	47
Figure21.	Les variations mensuelles de conductivité électrique durant la période d'études.	48
Figure22.	Les variations mensuelles de la salinité durant la période d'étude.	49
Figure23.	Les variations mensuelles de calcium durant la période d'étude.	49
Figure24.	Les variations mensuelles de magnésium durant la période d'étude.	50
Figure25.	Les variations mensuelles de chlorure durant la période d'étude	50
Figure26.	Les variations mensuelles de bicarbonate durant la période d'étude.	51
Figure27.	Les variations mensuelles de sulfate durant la période d'étude.	52
Figure28.	Les variations mensuelles de (NO ₂ -) durant la période d'étude.	52
Figure29.	Les variations mensuelles de (NO ₃ -) durant la période d'études	53
Figure30.	Les variations mensuelles d'oxygène dissous durant l'étude.	53
Figure31.	Effet de la température sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.	54
Figure32.	Effet du pH sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.	54
Figure33.	Effet de la conductivité sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.	55
Figure34.	Effet de la salinité sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.	56

Liste des figures :

Figure35.	Effet du calcium sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.	56
Figure36.	Effet du magnésium sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.	57
Figure37.	Effet du chlorure sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.	57
Figure38.	Effet du bicarbonate sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.	58
Figure39.	. Effet du sulfate sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.	59
Figure40.	Effet du nitrate sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.	59
Figure41.	Effet de l'oxygène dissous sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.	60
Figure42.	la relation entre les paramètres physicochimiques et les Simuliidae et Chironomidae.	61
Figure43.	La crue d'Octobre 2016 (inondation de Barrage).	65

Liste des Tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 1.	Les principaux niveaux de classification.	09
Tableau 2.	moyennes mensuelles et annuelle Températures de la région de Laghouat (2008-2017).	22
Tableau 3.	Moyennes mensuelles et annelle des Précipitations de la région de Laghouat (2008-2017).	22
Tableau 4.	moyenne mensuelle de l'humidité relative de l'air (H.R.) exprimées en (%) pour la période s'étalant de 2007 à 2017.	23
Tableau 5.	vitesse du vent annuelle durant la période de 2007 à 2017.	23
Tableau 6.	Les différents critères de l'oued M'Zi(Barrage Tajmoute).	28
Tableau 7.	Les dates d'échantillonnages .	30
Tableau 8.	Classification de l'eau selon l'échelle de Hecker & al .,1996.	34
Tableau 9.	Qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique.	34
Tableau10.	Evaluation du taux de minéralisation des eaux selon (Hecker & al ,1996).	35
Tableau11.	Méthode d'analyse des paramètres physico-chimiques.	36
Tableau12.	liste de la faune benthique recensée dans la station Barrage Tajmoute.	40
Tableau13.	Fréquences d'occurrence (%) des espèces recensées dans le site d'étude.	44
Tableau14.	Tableau récapitulatif de la similarité de Sorensen.	45

Abréviations

% :pourcentage.

m : mètre.

mm : millimètre.

M :température maximale.

m : température minimale.

P : précipitation.

TC° : Température par degré Celsius.

Q₂ : quotient pluviothermique.

ONM : Office National Météologique.

M : Moyenne des température maxima du mois le plus chaud en C°.

m : Moyenne des température minima du mois le plus froid en C°.

P : somme des précipitation annuelles en mm.

A.D.E : Algérie Des Eaux.

- **Benthique** : du fond de l'eau (mer , océan , lac).
- **Biocénose** : ensemble d'être vivants de toutes espèces ,végétales ou animales .
- **Bio-indicateur** : terme synonyme d'indicateur biologique ,désignant des espèces végétales ou animales qui par suite de leurs particularités écologiques ,sont l'indice précoce de modification de l'environnement.
- **Biotique** : lié aux être vivants présents dans l'écosystème étudié .
- **Biotope** : ensemble d'éléments caractérisant un milieu physico-chimique déterminé uniforme qui hèberge une flore et une faune spécifique (la biocénose).
- **Contaminant** : toute substance ou matière physique ,chimique ,biologique ou radiologique qui a un effet négatif sur l'atmosphère ,l'eau ou le sol.
- **Contamination** : processus par lequel un biotope –et (ou) une population ,voire une communauté toute entière –se trouve exposé à un polluant physique ,chimique ou radioactif.
- **Dulcicole** : qualifie un animal vivant an les eaux douces .
- **Echantillon** : ensemble constitué de un ou plusieurs prélèvements de sédiments sur une station donnée.
- **Ecosystème** : association dynamique d'un milieu donnée et des organismes qui y vivent.
- **Espèces poïkilothermes** : dont la température interne suit les variations de la température ambiante.
- **Facteurs abiotiques** : ensemble des facteurs physico-chimiques d'un écosystème influençant sur une biocénose donnée.
- **Faune** : désigne l'ensemble des espèces animales présentes dans un espace géographique ou un écosystème déterminé.
- **Hypoxie** : diminution de la quantité d'oxygène dans les tissus.
- **Invertébrés** : animal sans colonne vetébrale comme les insectes,Annélides et crustacés
- **Lentique** : caractérise les milieux aquatiques calme (opposé du terme lotique).
- **Macro-invertébrés** : invertébrés dont la taille est supérieure à 1mm.
- **Maillon** : anneau d'une chaîne alimentaire .

- **Milieu lotique** : un système lotique ,en science de l'environnement est ce qui est propre aux eaux courantes ou relatif à des eaux courantes ce dernier est caractériser par une circulation rapide de l'eau.
- **Minéralisation** : ensemble des réactions (bio)géochimiques qui transforment la matière organique en minéraux.
- **Nymphe** : chez les insectes à métamorphose complète ,état entre la larve et l'adulte .La nymphe ne se nourrit pas et est immobile ou presque .Elle subit d'importantes transformations internes.
- **Oligochètes** : vers de la classe des Annélides ,marqué par le petit nombre des soies que portent.
- **Polysprobe** : espèce très polluo-résistante
- **Sédiment** : substrats présent au fond des cours d'eau (vase ,sable,matière organique)
- **Station** : lieu d'échantillonnage ,point de prélèvement .
- **Uranium** :élément de numéro atomique $Z=92$,Métal argenté ,radioactif,malléable et ductile ,qui ternit à l'aire et est attaqué par la vapeur et les acides .On l'utilise comme combustible nucléaire et dans la fabrication des armes nucléaires.

Table de Matière

Table de matière

Remerciment.....	I
Résumé.....	II
Liste des figures.....	III
Liste des tableaux.....	IV
Abréviations.....	V
Glossaire.....	VI
Introduction.....	1
Chapitre I : Généralité sur les macroinvertébrés	
I.1) Milieu aquatique.....	3
I.2) Structure et fonctionnement des écosystèmes d'eau courante	3
2-1) le biotope.....	3
2-2) la biocénose.....	3
I-3) Classification générale des milieux aquatiques.....	3
I-4) La vie dans les écosystèmes d'eaux courantes.....	4
1-5) La faune des macros-invertébrées benthiques.....	5
I-6) la chaine alimentaire.....	6
I-7) Cycle biologiques des Macrosinvetébrés.....	7
I-8) Classification systématique des Macroinvertébrés.....	8
I-9) L'habitat des Macrosinvetébrés benthiques.....	10
I-10) Utilisation des macros invertébrées.....	10

Table de Matière

I-11) Classification des Macroinvertébrés selon les niveaux trophiques.....	12
I-11-1) Les déchetes.....	12
I-11-2) Les collecteurs.....	12
I-11-3) Les racleurs.....	12
I-11-4) Les collecteurs-racleurs.....	12
I-11-5) Les prédateurs.....	12
I-11-6) Les indifférenciés.....	12
I-12) Effet de la pollution sur les macros invertébrées benthiques.....	13
I-13) Influence de facteurs environnementaux sur les macrosinvertébrés.....	14
I-14) Surveillance Biologique Des Eaux.....	15
I-4-1) Les organismes vivant, témoins de l'état des eaux continentales.....	15
I-15) Mesures biologiques de la qualité de l'eau.....	15

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II) Présentation de la région d'étude.....	18
II-1) Situation géographique de région d'étude.....	18
II-1-1) Le cadre géomorphologique de la wilaya de Laghouat.....	18
1-1-a) Les reliefs.....	18
1-1-b) Les Djebels et montagnes.....	19
1-1-c) Le sol.....	19
II-1-2) Hydrologie.....	19
II-1-3) La faune.....	20
II-1-4) La flore.....	20

Table de Matière

II-2) La Bioclimatologie.....	21
II-2-1) Définition.....	21
II-2-2) Présentation du climat de Laghouat.....	21
II-2-3) Les facteurs climatiques.....	21
II-2-a) Le Température.....	21
II-2-b) Précipitations.....	22
II-2-c) Humidité relative.....	22
II-2-d) Le vent.....	23
II-3) Synthèse bioclimatique.....	24
II-3-1) Diagramme d’Ombrethermique de Gaussen.....	24
II-3-2) Le climagramme d’EMBERGER.....	24
II-4) Présentation de site d’étude.....	26
II-5) Factures anthropiques.....	28
II-6) Caractéristiques physiques de station.....	29
II-7) Matériel biologique.....	30
7-1) Fréquence d’échantillonnage.....	31
II-8) Technique D’échantillonnage Des macro-Invertébrés.....	31
II-8-1) Échantillonnage benthique.....	31
8-1-1) Milieu lotique.....	31
8-1-2) Milieu lentiques.....	32
II-9) Méthode de récupération des Macrosinvertébrés.....	32
II-10) Conservation des échantillons.....	33

Table de Matière

III-1) Méthodes de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau.....	33
1-A)Méthode de prélèvement de l'eau.....	33
1-1-1) Analyses physico-chimiques.....	33
1-1) Température et pH.....	33
1-2) Salinité.....	34
1-3) Conductivité électrique.....	34
1-4) Oxygène dissous et saturation.....	34
1-5) Minéralisation globale.....	35
1-6)Ions majeurs (Chlorure, Sulfate, Calcium, Magnésium).....	35
1-7) Bicarbonate.....	36
1-8) Sels nutritif (Nitrates et Nitrites).....	36
III-2) Exploitation des résultats par des indices écologiques.....	37
2-1) Application d'indices de structure et d'organisation.....	37
a)Fréquence en nombre (abondance relative).....	37
2-2) Diversité brute ou richesse taxonomique.....	38
2-2-a) Abondance relative en nombre.....	38
2-2-b) Occurrence des espèces.....	38
2-2-c) Indice de Sorensen.....	38

ChapitreIII :Resultats

III) Résultats de dénombrement des Macroinvertébrés.....	40
III-1) Pourcentages en nombre des familles des macrosinvertébrés identifiées.....	40

Table de Matière

1-2) L'analyse qualitative et quantitative de la faune benthique.....	41
1-2-1) Les Diptères.....	41
1-2-2) Les fréquences d'occurrence.....	44
1-2-3) Fréquences d'abondance.....	44
1-2-4) Similarité de Sorensen.....	44
III-2) Répartition temporelle des macroinvertébrés récoltés au cours d'étude.....	46
2-1) Résultats des paramètres physico-chimiques.....	46
2-1-1) La température (TC°).....	47
2-1-2) Le potentiel d'hydrogène (pH).....	47
2-1-3) La conductivité électrique.....	48
2-1-4) La salinité (S‰).....	49
2-1-5) Le calcium (Ca ⁺⁺).....	50
2-1-6) Le magnésium (Mg ⁺⁺).....	50
2-1-7) Le chlorure (Cl ⁻).....	50
2-1-8) Le bicarbonate (HO ₃ ⁻).....	51
2-1-9) Le sulfate (SO ₄ ²⁻).....	52
2-1-10) Le nitrite (NO ₂ ⁻) et nitrate (NO ₃ ⁻).....	52
2-1-11) L'oxygène dissous.....	53
III-3) La corrélation entre les paramètres physico-chimiques et le nombre des macrosinvertébrés	53
3-1) Température.....	54
3-2) Le potentiel d'hydrogène (pH).....	54
3-3) La conductivité.....	55

Table de Matière

3-4) La salinité (S‰).....	55
3-5) Le calcium (Ca ⁺⁺).....	56
3-6) Le magnésium (Mg ⁺⁺).....	57
3-7) Le chlorure (Cl ⁻).....	57
3-8) Le bicarbonate (HO ₃ ⁻).....	58
3-9) Le sulfate (SO ₄ ⁻⁻).....	58
3-10) Le nitrate (NO ₃ ⁻).....	59
3-11) L'oxygène dissous.....	60

Chapitre IV : Discussions

IV-1) L'étude faunistique.....	62
IV-2) L'étude paramètres physicochimiques et mésologique.....	66
IV-3) l'étude de corrélation entre paramètres physico-chimiques et macrosinvertébrés.....	69
Conclusion	
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction :

La qualité de l'eau de surface est une question très sensible, le développement de l'exploitation des ressources hydriques et la détermination de la qualité des eaux de surface dans une région dépendant à la fois aux processus naturels, tels que les caractéristiques hydrologiques, d'érosion, d'altération des matériaux de la croûte : ainsi qu'aux influences anthropiques, à savoir, l'évacuation des eaux usées en milieu urbain, l'utilisation des terres agricoles et les activités industrielles (Ravichandran, 2003 ; Gantidis & al., 2007 ; Kundewioz & al., 2007 ; Arain & al., 2008 ; Muduli & Panda, 2010). En outre, l'évaluation des variations mensuelle de la qualité de l'eau d'un bassin versant est devenu un aspect important pour la caractérisation physico-chimique (Ouyang & al., 2006 ; Sundray & al., 2006) et des milieux aquatiques.

Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques (Dynesius & Nilsson, 1994) qui jouent un rôle dans la conservation de la biodiversité dans le fonctionnement des organismes dans le cycle de matière organique, à l'aide des macro invertébrés benthiques on peut détecter des perturbations qui ont en lieu même si elles ne sont plus présentes au moment d'échantillonnage (Chessman, 1995) cependant, les perturbations abiotiques sont considérées les crues comme l'un des facteurs dominants qui contribuent fortement à la modification du modèle spatiale et temporel de la structure des communautés benthiques dans les écosystèmes lotiques (Scrimgeour & al., 1994).

La nature physico-chimique des eaux et les caractéristiques mésologiques des cours d'eau expliquent la présence ou l'absence de certaines espèces animales et conditionnent leur développement (Tuffery, 1980). En effet chaque organisme est sensible à différents facteurs abiotiques de son milieu de vie (température, salinité, oxygène dissous, ...) (Gaujous, 1993).

De l'amont vers l'aval, chaque cours d'eau présente un gradient longitudinal sa condition écologique au quel correspond une succession spatiale de communauté faunistique cette distribution des espèces sont des résultats d'interactions complexes entre deux groupes des paramètres : la capacité d'adaptation des espèces vis-à-vis des facteurs du milieu (vitesse de courant, granulométrie du substrat, température de l'eau...) et leurs exigences en matières de ressources trophiques (Mary, 1999).

Parmi les communautés biologiques. Les communautés des macroinvertébrés sont des organismes visibles à l'œil nu, qui habitent le fond des cours d'eau et des lacs (Tachet & al., 2006) (Moison & Pelletier, 2008). Les macro invertébrés benthiques constituent les

organismes les plus performantes les plus utilisés pour évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques (**Hellamell.1986 ; Barbour & al.,1999 ; WFD, 2003**).

Jusqu'à présent, la majorité des travaux algériens s'intéressent à la biodiversité les aspects écologiques de toutes les macros invertébrées benthiques et leurs utilisations dans l'évaluation de la qualité biologiques des eaux .les travaux de **Sellam (2017)** sur la structure du peuplement des macrosinvetébrés benthique dans différents étages bioclimatiques en Algérie.

(**Sellam.N , Viñolas.A & al,2016**) L'utilisation des Coléoptère, Éphéméroptère et Diptère comme bioindicateurs de la qualité des eaux de quelques Oueds en Algérie, (**Boutin.C, Boulal.M ,2011**) importance, dans les zones arides et semi-aride, de la biodiversité des faunes aquatiques.

-l'objectif de notre travail :

- d'apportées des nouvelles données sur l'inventaire du peuplement des macros invertébrées de Barrage Tadjmoute.
- Définir la qualité physico-chimique de l'eau de Barrage Tadjmoute.
- Evaluer l'impact des paramètres environnementaux à savoir les crues et la qualité physico-chimiques des eaux sur la structure et la répartition temporelle de nos communautés.

Pour la réalisation de ces objectifs, on a subdivisés notre travaille en 05 chapitres :

Le 1^{er} chapitre donne un bref aperçu sur l'écologie des macroinvertébrés, en se basant sur leurs importances dans la détermination de la qualité de l'eau.Pour 2^{ème} chapitre est consacré à une analyse, en grande partie bibliographique de l'environnement générale de la région d'étude le Barrage Tajmoute : puis, à une exposition détaillé des caractéristiques géographique et hydrologique et climatique de ce dernier.et 3^{ème} chapitre représente les critères de choix et description de station d'étude la méthodologie adoptée pour le prélèvement de l'eau et de la faune, les analyses physico-chimiques de l'eau et l'indentification des macroinvertébrés en plus, les diverses méthodes et testes statistiques employés pour le traitement des analyses données .Le 4^{ème} chapitre définit des résultats de la qualité physico-chimique détaillée de l'eau de station et leur variabilité mensuelle.et pour 5^{ème} chapitre traité la diversité mensuelle des macroinvertébrés .Ce chapitre examine aussi la corrélation entre les paramètres physico-chimiques et la répartition de nos communautés : et il se termine par une discussion de nos résultats.

Enfin .Cette recherche sera finalisée par une conclusion générale et une gamme puissante des références bibliographiques.

I.1) Milieu aquatique :

Le milieu aquatique est caractérisé par un habitat (berges, granulométrie du fond) des populations végétales et animales et la qualité physico-chimique de l'eau (température, salinité, O₂ dissous.....).Il est également influencé par le climat, la géologie, l'ensoleillement, la végétation, les lacs et les cours d'eau mais également les zones inondables ou humides (marais et tourbières).les nappes d'eau souterraines, constituent les écosystèmes aquatiques (**Abdelguerf, 2004**).

L'écosystème aquatique est le résultat d'un équilibre entre un milieu naturel et les espèces animales et végétales qui y vivent (**Abdelguerf ,2003**).

I.2) Structure et fonctionnement des écosystèmes d'eau courante :

2-1) le biotope :

C'est la partie non vivante, cadre de l'écosystème dont agissent les facteurs abiotiques, qui déterminent les caractéristiques physico-chimiques de milieu (TC°, humidité, lumière, oxygène, sels minéraux...) (**Melhaoui, 2009**).

2-2) la biocénose :

C'est la partie vivante, constituée par un exemple d'espèces végétales et animales le terme d'écosystème peut être appliquer à des biocénoses et des biotopes, d'extensions très variables.

.On pourra distinguées ainsi :

- des micro-écosystèmes, comme un tronc d'arbre.
- des macro- écosystèmes, comme l'océan (**Melhaoui ,2009**).

I.3) Classification générale des milieux aquatiques :

Selon **Horton (1945)** et **Ilies (1950)**, les écosystèmes d'eau douce sont classées par la ramification des réseaux, les particularités zoocénotiques et la physiographiques et la typologie.

Les eaux stagnantes : (renouvellement lent) sont des écosystèmes 'fermés' (lacs, étangs, mares, zones humides, tourbières).

- Les mares et étangs : ont deux régions, la zone pélagique et la zone benthique.
- Les lacs : ont une troisième zone, les profondeurs, non exposés à la lumière et plus froides.

Les trois zones ont des conditions abiotiques très différentes (lumière, température, sels minéraux, gaz dissous) et donc supportent des espèces spécifiquement à ces zones.

Les eaux courantes : sont des écosystèmes 'ouverts' (rivière, fleuves). L'intensité du mouvement d'eau joue un rôle dans la composition de la communauté qui peuple le cours d'eau.

Par conséquent il y a 04 écosystème : torrent, rivière (de plaine), fleuve, estuaire.

Différence en profondeur, température, filtration, oxydation, matières minérales, sédiments, pollution (**Allan, 1995**).

I-4) La vie dans les écosystèmes d'eaux courantes :

Selon (**Chaumeton & al., 2002**) 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 divers, dont la composition est directement liée aux conditions écologiques de milieu, 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.

Dans le cours supérieur où le courant est fort, ce sont les larves d'insectes qui dominent, accompagnés 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) (**Chaumeton & al., 2002**).

Dans le cours inférieur où le courant, 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 par des espèces différentes de celles qui sont observés en amont (**Chaumeton & al.,2002**).

1-5) La faune des macros-invertébrées benthiques :

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 02%, les arachnides 07% et les crustacés 05 % (**O.N.E, 2001**). Les invertébrés regroupent tous les animaux qui n'ont pas de squelette d'os ou de cartilage (**Moisson, 2010**).

Le terme de macro-invertébrées est largement employé actuellement, sa définition reste relativement floue selon les auteurs, particulièrement pour les macro-invertébrés de petite taille nous suivrons partialement la définition de **Cumins (1975)** qui considère que les macro-invertébrés ont au moins 3-5mm au dernier stade de leur développement qui implique un recouvrement des tailles entre les stades jeunes et derniers stades de macrosinvertébrés (**Tachet & al.,200**).

Les macrosinvertébrés benthique sont reconnues pour être de bons indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques en raison de leurs sédentarités leurs cycles de vie variée, leurs grandes diversités et leurs tolérances variables à la pollution et à la dégradation de l'habitat (**Foto Menbohan & al .,2010**).

Les macrosinvertébrés sont sensibles aux condition du milieu :variation de la quantité d'eau et de sa qualité ,la diversité des habitats aquatiques (natures des supports ,classe de vitesses) les perturbation éventuelles sont décelées soit par l'analyse de la nature de taxon présent ,du nombre de taxon (richesse taxonomique),su nombre d'individus (densité),soit à l'aide d'indice intégrateurs (par l'exemple l'IBGN). Dans ce dernier cas, une interprétation du résultat (commentaire sur l'état de la faune et les causes éventuelles de perturbation) est la plus souvent indispensable (**Mazuer & al.,2007**).

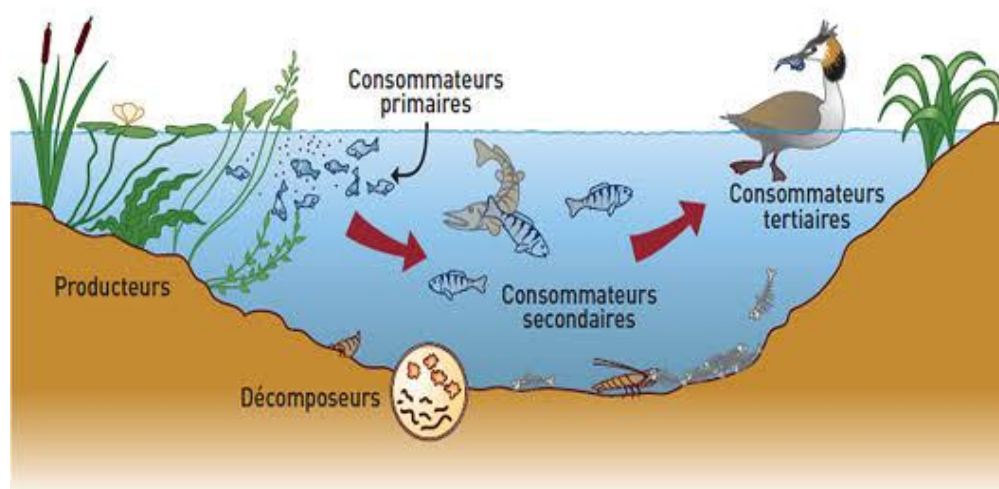
De plus, se situant à différents niveaux d'organisation du réseau trophique, depuis les consommateurs primaires jusqu'aux prédateurs, ils jouent un rôle clé dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques (Covich & al., 1999).



Figure 1: La faune de macroinvertébrés benthiques. (Horatio.M ,2016).

I-6) la chaîne alimentaire :

Comme pour tous les autres écosystèmes ; l'écosystème aquatique produit constamment de la matière vivante, celle –ci est progressivement transformée en matière organique morte, qui est elle –même ensuite lentement minéralisés, pour donner de matière minérale, d'une manière schématique, un écosystème aquatique peut être divisé en trois compartiment biologiques constituant la chaîne alimentaire, les prédateurs, consommateurs, les décomposeurs (Mazuer & al., 2007).



Source : d'après «Fleuves, sources de vie» Monique Coulet

Figure2 : Chaîne alimentaire aquatique (Mazuer & al., 2007).

I-7) Cycle biologiques des Macrosinvetébrés :

Les marcosinvertébrés aquatiques englobent des milliers d'espèces avec des stratégies de cycle de vie variées, mais la plupart comprennent trois morphologies distincte : le stade larvaires, le stade nymphal et le stade adulte, le moment, la durée et le développement de ces stades varient d'une espèce à l'autre (**Tachet ,2000**).

Dans de nombreux cas, le stade larvaire se rencontre exclusivement dans l'environnement aquatique et peut être assez long, pouvant durer jusqu'à cinq ans dans le cas de certaine Odonates (Libellules et Demoiselles) (**Gwilliam ,2008**) .Au stade nymphal, les organismes subissent des changements morphologiques à mesure qu'ils développent les structures nécessaires à l'accouplement et à la reproduction à l'âge adulte (**Voshell, 2002**).

Les stades adultes sont généralement terrestres et relativement courts, ne durant généralement pas plus d'une ou deux semaines. Les Coléoptères dont les membres vivent généralement dans l'environnement aquatique à la fois comme larve et adulte, font exception à cette tendance (**Stumph & al .,2009**).

Les stratégies biologiques des marcosinvertébrés aquatiques (par exemple la durée et le nombre d'étapes du cycle de vie, le développement, l'émergence et la dispersion) ont évolué au fil du temps, influencées par les caractéristiques physiologiques des espèces et leurs interactions avec leurs environnements (**Oertli & al .,2005**).

Ces stratégies ont permis aux macrosinvetébrés aquatiques de proliférer dans les écosystèmes lotiques en profitant des différences saisonnières de nourriture et en synchronisant les étapes du cycle biologique (par exemple, retarder l'émergence à l'âge adulte pour éviter les conditions environnementales hostiles) (Giller & Malmqvist, 1998).

La température de l'eau semble être facteur important pour déterminer comment les espèces spécifiques de macrosinvetébrés aquatiques se développent, affectant la durée de l'incubation des œufs et des éclosions subséquentes chez les *Ephéméroptères* des larves (Ward ,1992).

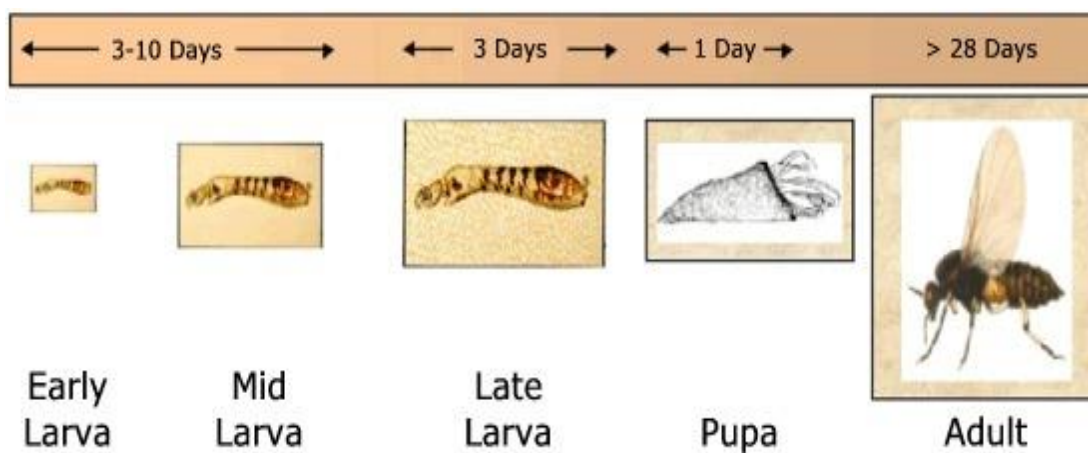


Figure 3 : Cycle biologiques d'un Diptère (*simuliides*) .Jon G. Housemen.

I-8) Classification systématique des Macroinvertébrés :

Les macrosinvertébrés comprennent des groupes tels que les insectes (*Ephémères*, *Plécoptères*, *Trichoptères*, *Diptères*, *Coléoptères*, *Mégaloptères*, et *Odonates*), *Mollusques*, *Crustacés*, *Acanthoscelides* et vers (Tachet & al ., 2000).

Les différents groupes des macroinvertébrés seront présentés selon l'ordre du système des classifications taxonomiques qui les classifie selon des caractéristiques anatomiques.

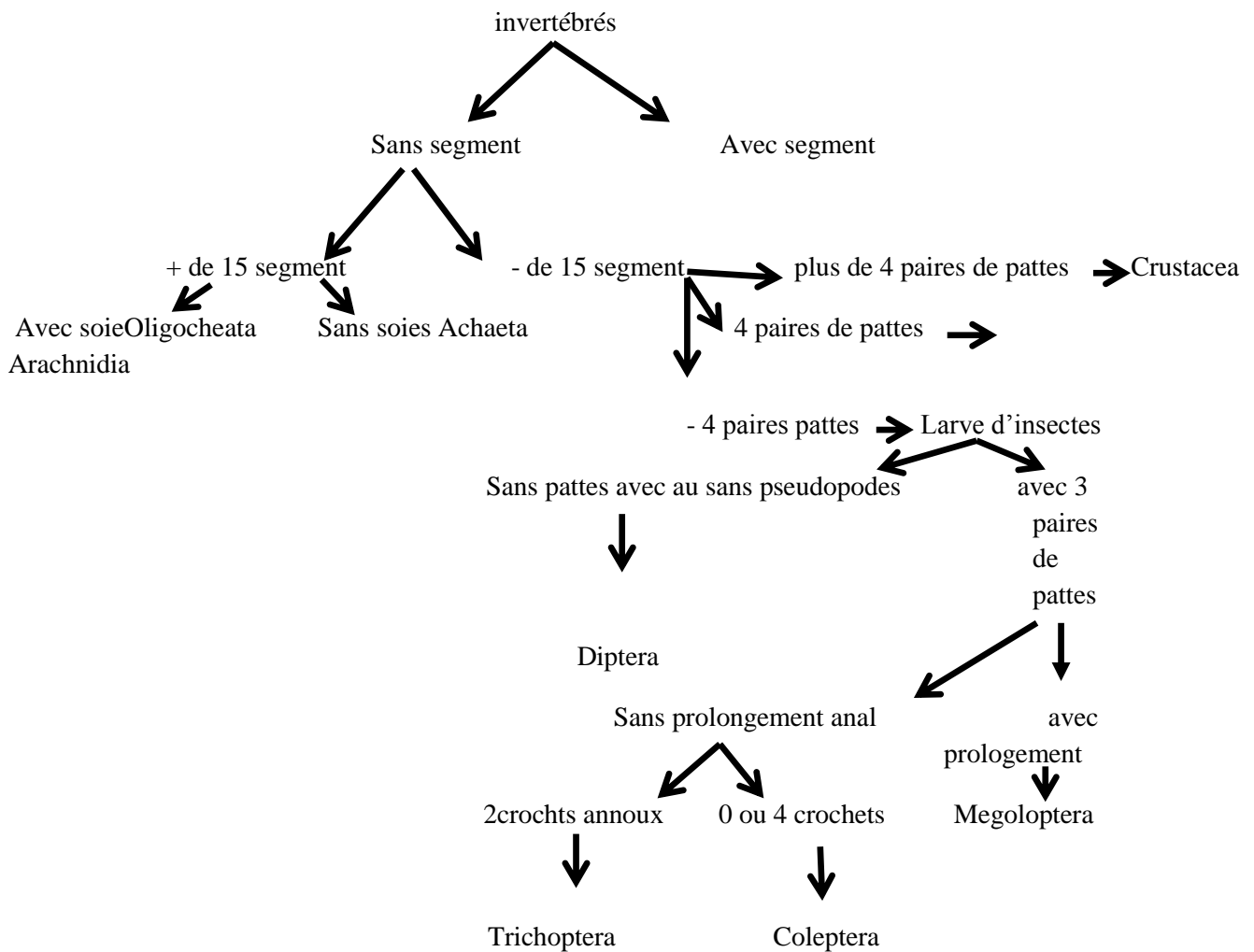


Figure4 : Clé d'identification des Macrosinvetébrés (Archaimboul, 2007).

Tableau 1: Les principaux niveaux de classification.

Règne	Animal
Embranchement	Arthropodes, Mollusques, Annélides.
Classe	Insectes, Crustacés, Arachnides.
Ordre	Ephéméroptères, Coléoptères, Trichoptères, Diptères.
Superfamille	Hydrophiloidea, Chironomdae.
Famille	Ephemerellidae, Elmidae, Chironomdae.
Genre	<i>Sialis.simulium</i>
Espèce	<i>Baetis pavidus, Gyrimus sp</i>

(D'après Smith ,2001 & Merritt & Cummins ,1996).

I-9) L'habitat des Macrosinvetébrés benthiques :

L'habitat comme étant le milieu géographique à la vie d'une espèce animale ou végétale, c'est-à-dire son environnement physique, chimique et biologique.

Ces habitats physiques, qui en globe l'hydrologie et la morphologie, est considéré comme un comportement majeur de la structuration des communautés des écosystèmes lotique **(Leveque ,1995)**.

Les habitats benthiques littoraux une composante critique des écosystèmes lacustres, les macrosinvetébrés rencontrés dans ces habitats occupent une position particulière dans les réseaux trophiques lacustres, le rôle écologique de la zone benthique littorale, notamment son importance sur la structure et fonctionnement des réseaux trophiques lacustre et sur les échanges de matière organique (MO) entre le milieu terrestre et le pélagos sont encore bien peu connus à ce jour **(Noemi Glaz ,2008)**.

Les débris ligneux grossiers (des troncs et des souches de bois de plus de 5cm de diamètre à différents stades de décompositions) qui s'accumulent en zone littorale constituent un habitat durable qui abrite diverse communauté végétale et faunique.

Les lacs sont des écosystèmes complexes, composés d'une mosaïque d'habitats ou de sous-systèmes. **(Noemi Glaz ,2008)**.

Dans ces systèmes, la zone littorale abrite des habitats extrêmement importants en termes de budget énergétique par leurs productions primaires et secondaires élevée. **(Noemi Glaz ,2008)**.

La zone littorale est essentiellement caractérisée par une plus faible profondeur des eaux plus transparentes et des concentrations en oxygène plus élevées qu'en milieu pélagique. **(Noemi Glaz ,2008)**.

I-10) Utilisation des macros invertébrées :

Les méthodes biologiques reposent sur l'utilisation de bio-indicateurs dans les milieux aquatiques **(Touzin,2008)** .Ces méthodes permettent d'évaluer la qualité des cours d'eau à l'aide des macroinvertébrés benthiques en considérant les changement physiologiques et morphologiques des individus à différentes mesures de structure des communautés **(Rosenberg & Rech ,1993)**.

Leurs choix sont justifiés par les avantages qu'ils ont :

- * Evaluer et vérifier l'effet d'une source de pollution connue sur l'intégrité de l'écosystème.
- * Evaluer les impacts des effets de restauration (habitat et qualité de l'eau).
- * Apporter un complément biologique au programme de surveillance de qualité bactériologique et physico-chimique des cours d'eau.
- * Documenter la biodiversité des macros invertébrées benthiques dans les cours d'eau **(Moisan, J & Pelletier, L, 2008)**.
- * Ils jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire aquatique, puisqu'ils sont la source principale de nourriture pour plusieurs poissons, insectes et amphibiens. Ils doivent donc être présents en quantité suffisante et avec une diversité importante pour maintenir l'écosystème des rivières en équilibre, fonctionnel et en santé **(Chessman ,1995)**.

Selon les études **(Dais, 1995)** en France, **(Antunes & al .2007)** en Portugal et **(Stief ,2007)** , **(Stief & de Beer ,2002 & 2006 , Stief & al.,2005)** en Allemagne , qui s'intéressent aux Radioécologie et d'Ecotoxicologie des macrosinvetébrés benthiques qui révèlent que les Chironomes ont une sensibilisation à l'Uranium .Ces auteurs prouvent que les *Chironomus .riparius* sont des excellents modèle biologiques dans la bioévaluation.

Ces études ont apporté beaucoup d'information quant aux de la bioturbation des larves de *Chironomus.riparius* sur les communautés de micro-organismes dans les sédiments superficiels, Oui montre que ces derniers jouent un grand rôle dans la dégradation et la filtration de l'uranium.



Figure5 : Larve d'invertébré benthique(Simuliidae) indicatrices d'un milieu en bon état écologique. (Touzin,2008)

I-11) Classification des Macrosinvetébrés selon les niveaux trophiques :

Une conception de la structure et du fonctionnement d'un écosystème aquatique a été développée par **Cumins (1973)**, **Cumins & Klug (1979)**. Elle est basée sur les liens trophiques qui consistent 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 :

I-11-1) Les déchetteurs : ils se nourrissent de plantes vasculaires vivantes (macrophytes, bryophytes) et de matière organique grossière de tailles supérieures à 1cm pour broyer et découper ces grosses particules, les déchetteurs sont également équipés de pièces buccales particulières.

I-11-2) 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*.

I-11-3) Les racleurs : ce sont les macro-invertébrés qui broutent par des dispositions particulières le périphyton qui se développe sur le substrat (algue et microflore associée). La taille des particules ingérées est inférieure à 103μ . Les racleurs présentent également des adaptations morpho-éthologiques leur permettant de maintenir leur position une fois exposé 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).

I-11-4) Les collecteurs-racleurs : régime mixte partagé entre deux types.

I-11-5) Les prédateurs : ils regroupent tous les macro-invertébrés qui se nourrissent de proies vivantes ou de fragment 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 l'accrocher leurs proies. De même, les nombres antérieurs favorisent la capture. Certaines *Sangsues* (Sangsues médicinales) sont l'hématophage, elles sont dotées d'une mâchoire puissante. Les *Glossiphoniidae* sucent l'hémolymphe des *Mollusques* et des *Arthropodes* aquatiques. En effet, une étude de Johson in (Cummins & Klug, 1979) pouvant servir de modèle générale a montré que lorsque les proies sont abondantes, la locomotion du prédateurs diminue et au contraire, lorsque la densité des proies diminue, les mouvements augmentent.

I-11-6) 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*) (Petersen et Cummins, 1974).

I-12) Effet de la pollution sur les macros invertébrées benthiques :

La structure des communautés des macros invertébrées benthique utilisé comme indication des effets de l'activité humaine sur les écosystème des cours d'eau, et pour fournir une foule d'information sur la qualité de l'eau et de l'habitat.

* on peut l'utiliser pour identifier plusieurs types de pollution comme la pollution organiques, métallique, de même que pour détecter une acidification de milieu leur utilisation repose essentiellement sur l'évaluation données concernant leur façon de se nourrir, de se reproduire et d'exploiter leur habitat, l'objectif de l'élaboration d'une indice à partir des MIB est de pouvoir relier les résultats à un niveau de pollution ou de dégradation d'un cours d'eau. Pour élaborer

un indice, il faut d'abord connaître le degré de sensibilité ou de tolérance des MIB relativement à divers polluants (**Daphne, 2008**).

Les facteurs qui influencent sur la diversité des Macros-invertébrés :

Les perturbations physiques (par exemple un barrage hydroélectrique ou l'érosion des berges) et chimiques (pollution) affectent le nombre et la diversité des macrosinvertébrés.

Les organismes qui habitent les cours d'eau ont des préférences quant à la température, l'oxygénation, le niveau de PH, etc. Les modifications chimiques ou physiques d'une rivière peuvent entraîner une variation du nombre et de la variété des organismes présents. Une augmentation de la pollution peut entraîner une diminution des espèces sensibles et, par conséquent, limiter la diversité aux espèces qui tolèrent des conditions plus pauvres. La pollution peut donc diminuer la diversité des espèces de macrosinvertébrés dans une communauté. En éliminant certaines espèces, la compétition (la concurrence) pour la nourriture devient moindre. De plus, la pollution peut éliminer des espèces de macrosinvertébrés prédateurs. Ces deux conséquences ont pour effet de créer des déséquilibres dans la communauté. En déstabilisant la communauté de macrosinvertébrés, ce sont tous les niveaux des chaînes alimentaires aquatiques qui se trouvent affectées.

I-13) Influence de facteurs environnementaux sur les macrosinvertébrés :

Tous les macrosinvertébrés benthiques sont des organismes poïkilothermes, donc leur température corporelle varie fortement en fonction de celle de l'environnement. Ces organismes sont donc très dépendants de la température de leur milieu de vie car elle conditionne leur cycle biologique (développement des œufs, croissance des larves) (**Francis & al., 2007**).

L'anoxie des eaux, la nature des plantes aquatiques et la granulométrie des substrats sont aussi des facteurs importants. Par exemple, on note que les abondances les plus fortes en organismes sont retrouvées sur des sédiments fins et riches en débris (**Francis & al., 2007**).

Les espèces les plus tolérantes aux conditions d'anoxie sont les *Oligochètes* et les *Chironomes* car ils ont développé un pigment rouge ressemblant à l'hémoglobine, leur permettant de survivre même avec de faible quantité d'oxygène (**Francis & al., 2007**).

Dans les cours d'eau, la vitesse de courant est un facteur important car elle conditionne le transport des nutriments, le renouvellement de l'oxygène et la dérive des insectes. Certains organismes ont d'ailleurs développé des adaptations morphologiques pour résister au courant. Ainsi les Larves de *Trichoptères* sont recouvertes de petits cailloux et de bouts de bois, ceci leur permet de se protéger et de s'orienter face au courant. Certaines Larves d'Éphémères sont aplaties afin de réduire la surface de leur corps exposée au courant, ce qui leur permet de moins se faire entraîner (Graynoth & al., 1986, Vander Zanden & al., 1997).

I-14) Surveillance Biologique Des Eaux :

Les organismes vivant, témoins de l'état des eaux continentales :

Par leur présence, les assemblages d'organismes aquatiques témoignent des événements qui se sont déroulés dans les lacs et rivières, ainsi que sur les terres de leurs bassins versant.

Ces assemblages résultent en effet d'adaptations millénaires à des conditions climatiques, géologiques, chimiques et biologiques (Borrer, D.J. & Wwite, R.E 1999).

I-15) Mesures biologiques de la qualité de l'eau :

Dans l'idéal, la qualité des eaux courantes devrait être évaluée à la fois par des paramètres physico-chimiques et biologiques afin d'obtenir un spectre d'information complet pour permettre une meilleure gestion des ressources en eau, ainsi, il existe deux types de concepts qui s'intéressent à la qualité biologique de l'eau :

- a) L'écotoxicologie.
- b) Les indicateurs biologiques.

Dans le cadre de ce rapport, on a intéressé plus principalement à la notion d'indicateur biologique.

La notion des bioindicateurs de la qualité des eaux date milieu XIX^{ème} siècle quand **Kolenti (1848) et Cohn (1853) (cités par Lliopoulou-Georgudaki & al., 2003)** ont observé que les organismes présents dans les eaux polluées étaient différents de ceux rencontrés dans les eaux de bonne qualité.

Les indicateurs biologiques doivent présenter les critères suivants :

- Entre facilement identifiable et mesurable.
- Entre sensible à des stress perturbation de l'environnement.
- Répondre aux perturbations d'une manière prévisible.
- Avoir une réponse toujours constante. (**Cairns & al ,1993 ; Dale & Beyeller ; 2001**).

Reconnus pour être de bons indicateurs de la santé des écosystème aquatiques en raison de leurs sédentarité, de leur cycle de vie varie, de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat, Abondants dans le plupart des rivières, il sont faciles à récolter et leur prélèvement a peu d'effets nuisibles sur le biote résident (**Barbour & al, 1999**).

Le suivi des macroinvertébrés benthiques est utile pour :

- 1) Évaluer l'état de santé globale des écosystèmes aquatiques.
- 2) Suivre l'évolution de l'état de santé d'un cours d'eau au fil du temps.
- 3) Évaluer et vérifier l'effet d'une source de pollution connus sur l'intégrité de l'écosystème.
- 4) Évaluer les impacts des efforts de restauration (habitat et qualité de l'eau).
- 5) Apporter un complément biologique au programme de surveillance dans de la qualité bactériologique et physico-chimique des cours d'eau.
- 6) Documenter la biodiversité des macrosinvertébrés benthiques dans les cours d'eau.

La méthodologie proposée est applicable dans cours d'eau à substrat meuble peu profonds que l'on peut traverser à pied et dont le débit est régulier, elle exclut les cours d'eau intermittents (**Moisan & Pelletier ,2011**).

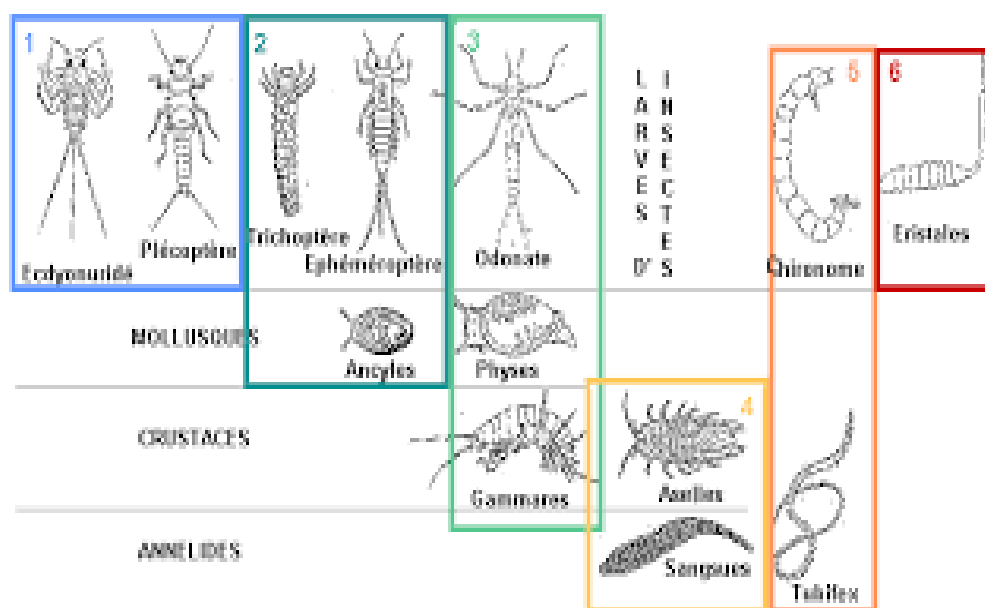


Figure 6: Les macros invertébrées bioindicatrices de la qualité de l'eau.(Slepukhina,1996).

II) Présentation de la région d'étude :

II-1) Situation géographique de région d'étude :

La wilaya de Laghouat est située au cœur de pays à 400 km au sud de la capitale Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de **25,052 km²** située à plus de 750 mètre d'altitude sur les hauts plateaux, la wilaya de Laghouat est traversée par une chaîne de l'atlas saharien avec des sommets qui les **2,000 mètres (Djebel Amour 2,200 mètre)**.

Le climat est continental et aride (O.N.M 2019).(Fig 7)



Figure7 : Carte de la wilaya de Laghouat. (A.N.R.H, 2014).

II-1-1) Le cadre géomorphologique de la wilaya de Laghouat :

1-1-a) Les reliefs :

Les reliefs de la wilaya de Laghouat sont constitués de deux ensembles géographiques :

➤ La zone de l'Atlas saharien ,située au Nord-Ouest de la wilaya(régions d'Aflou et Brida) caractérisée par des altitudes allant de 1000 à 1700m ,avec des pentes de 12,5 à 25% .Elle constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de 47095 ha ,de nappes alfatières couvrant 315125 ha ainsi que de pacages et parcours s'étendent sur 1231766 ha (A.N.R.H,2014)

La zone des hauts plateaux et des plateaux Sahariens caractérisée par des altitudes allant de 700à 1000m et des pentes de 0à3%.Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1900 000ha dont une grande partie a été dégradée ,sous l'effet de sécheresses prolongées (A.N.R.H,2014)

1-1-b) Les Djebels et montagnes :

Constitués par les monts du Djebel Amour dont les altitudes varient entre 800 et 1720m. Cette zone est formée d'une succession de montagnes qui occupent une bande de 150 km de large du nord au sud, et de 400 km du sud-ouest au nord Est, et paraissent dominer dans la plupart des chaînons. (**Ritter ; 1902**)

1-1-c) Le sol :

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. La roche mère de ces sols est, le plus souvent, constituée par des formations marneuses et calcaires ; ce qui explique leur richesse en sels solubles et en calcaires (**Khadraoui ; 2004**).

D'après **Halitim (1998)**, les sols dans la zone aride d'Algérie sont généralement hydro-morphes de minéraux brutes. Ces derniers sont classés en sols sans accumulation de sels, sols calcaires, sol gypseux, et sols salés.

Selon la texture, la région de Laghouat se caractérise par trois types de sols : sablonneux-argileux et limono-argileux.

II-1-2) Hydrologie :

La région de la Laghouat se caractérise par un faible potentiel en eau. On peut distinguer 03 systèmes aquifères, à savoir : la nappe phréatique du quaternaire, le complexe terminal et le continental intercalaire. (**Khadaoui, 2004**).

Le réseau hydrologique est fortement influencé à la fois par la variation saisonnière et interannuelle de la pluviométrie et le relief formant un cloisonnement topographique (**Halitim, 1998**).

Les ressources en eaux superficielles sont localisées dans l'Atlas Saharien. Leur faible importance est liée à l'irrégularité du régime pluviométrique et à la forte évaporation. Les principaux Oueds sont : Oued M'Zi, Oued Touil et Oued Medsous. (**C.D.F ,2014**).

Les deux zones de la wilaya de Laghouat (Nord-Ouest, Sud-est) sont traversées par les 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 toutefois leurs captages seraient réalisés (**C.D.F ,2014**).



Figure 8 : Oued M'zi de la wilaya de Laghouat (photo originale 2019).

II-1-3) La faune :

D'après **Ramad (2003)**, c'est un terme désignant l'ensemble des espèces animales c'est-à-dire la totalité des unités systématiques présentes dans telle entités.

Dans la wilaya, on peut remarquer la dominance des ovins avec 87.87% de l'effectif total, suivis par les caprin avec 10.50% les bovin avec 1.29 % alors que les chevaux 0.23% du l'effectif animal (**D.S.A.U ,2009**).

II-1-4) La flore :

Dans la région de Laghouat, le Nord-Ouest est constitué de vieux massifs forestiers, d'une superficie de 68 430ha, de nappe alfatière, couvrant une superficie de 315 125ha, ainsi que des parcours, d'une superficie de 508 000ha .la zone sud-est constituée de vastes étendues steppiques, dont une grande partie se trouve dans un état dégradé (sécheresse, labours illicites et surpâturage). Leur composition est étroitement liée aux facteurs écologiques du milieu (**C.D.F, 2014**).Les zones inférieures ou présahariennes se caractérisent par la présence et la dominance d'espèces steppique strictes. La flore de la région de Laghouat présente un nombre d'espèce très importante.

II-2) La Bioclimatologie :

II-2-1) Définition :

Le climat en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison importance dans l'établissement, l'organisation et maintien des écosystèmes **Aidoud, (1997)**, D'après **Martonne (1926)**, **Turril (1929)**, **Gausson (1954)**, **Walter & al .,(1960)**, **Money & al.,(1973)**, **Benabadji (1991,1995)**, **Bouzza (1991,1995)** le climat méditerranéen est caractérisé par un été sec et un hiver doux.

La définition climatique de la région méditerranéen est font simple, pour l'écologiste, et pour la bioclimatologie. C'est un ensemble de zones se caractérisé par un des pluies, concentrées sur la saison fraiche, à jours courts, et de longues sécheresses estivales (**Emberger, 1995 et 1971**).

II-2-2) Présentation du climat de Laghouat :

La division du globe terrestre en douze zones climatique par utilisation D'indices **Gausson (1957)**, positionne la Laghouat dans deux grandes zones climatiques.

Les valeurs des indices affectent la partie nord de la wilaya dans la zone climatique méditerranéenne et partie sud de la wilaya dans la zone climatique désertique.

En général, le climat de Laghouat a été classé selon **Koppen** et **Geiger (1951)**, un climat désertique froid. Au cours de l'année et la moyenne est de 17.4°C, chaque année les précipitations sont en moyenne de 176m (**CDT, Dubief, 2015**).

II-2-3) Les facteurs climatiques :

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres, vivants, il dépend de nombreux facteurs : température, précipitation, humidité, vent (**Faurie & al., 2003**).

II-2-a) Le Température :

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour la végétation. Elle représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espaces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère .

(**Ramade,2003**), les températures de la région d'étude collectées durant la période allant de (2008 à 2017) sont récapitulées dans le (**Tableau 2**).

Tableau 2 : moyennes mensuelles et annuelle Températures de la région de Laghouat (2008-2017).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mar	Jui	Jet	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne
Température	8.73	9.88	13.62	18.04	22.61	28.01	32.20	30.94	25.36	19.99	12.89	8.97	19.67

Source : ONM. Laghouat 2019

D’après ces données, nous le mois le plus froid dans la région de Laghouat est le mois de janvier avec une température minimale 8.73°C, tandis que le plus chaud est celui de juillet avec une température maximale de 32.20°C.

II-2-b) Précipitations :

D’après **Djebaili (1978)**, la précipitation C’est le facteur primordial qui permette de déterminer le type climat, La pluviométrie annelle varie selon plusieurs paramètres locaux caractéristique de chaque région dont l’altitude, l’exposition et l’orientation jouent le rôle principal.

Les précipitations moyennes mensuelles de la région D’étude collectées durent la période allant de 2008à 2017 sont récapitulées dans le (**Tableau 3**)

Tableau 3 : Moyennes mensuelles et annelle des Précipitations de la région de Laghouat (2008-2017).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jet	Aut	Sep	Oct	Nov	Déc	Totale (mm)
Précipitation (mm)	9.77	8.58	10.56	18.72	9.93	7.45	7.96	10.85	27.53	23.31	12.25	19.3	155.27

Source : ONM. Laghouat 2019.

A partir des données enregistrées sur une période de 10ans (2008-2018). La précipitation moyenne annuelle est D’environ 155.27 mm à la station de Laghouat. Le moins le plus pluvieuse est le mois Septembre avec de moyenne de 27.53mm.Cependant, le mois le plus sèche est Juin avec de moyenne de 7.45mm..

II-2-c) Humidité relative :

Humidité de l’air ou l’état hygrométrique de l’air représente la proportion de la vapeur d’eau contenue dans l’atmosphère par rapport à la quantité maximale qui peut être fixée à la température considérée (**Prevost, 1999**). Les valeurs d’humidité relative de l’air de la région d’étude collectées durant la période allant de 2007 à 2017 sont récapitulées dans le tableau 4 .

Tableau 4: moyenne mensuelle de l'humidité relative de l'air (H.R.) exprimées en (%) pour la période s'étalant de 2007 à 2017.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jet	Aut	Sep	Oct	Nov	Déc
H.R (%)	56	44	32	33	26	23	17	20	29	41	39	53

Source : O.N.M. Laghouat, 2019

Dans la région de Laghouat, l'humidité moyenne annuelle est de 34,42% avec des fluctuations passant de 17% à 56%, tandis que les valeurs les plus élevées ont été enregistrées durant la période automne-hivernale, correspondant aux mois de novembre, décembre et janvier. La sécheresse de l'air est maximale en été, en particulier au cours des mois de Juillet et Aout.

II-2-d) Le vent :

C'est un facteur écologique limitant, limite ainsi le développement des végétaux, et favorise les propagations des agents pathogènes, sans oublier son rôle positif dans la pollinisation (**Ramade, 2003**). La direction du vent diffère selon les saisons; les vents dominants sont de direction Ouest et Sud-Ouest. Le Siroco est fréquent dans le côté Nord et Ouest, généralement en juillet, ainsi que Juin, les vents se manifestent au début de printemps jusqu'au la fin d'été (**O.N.M, 2014**).

Tableau 5 : vitesse du vent annuelle durant la période de 2007 à 2017.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jet	Aut	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne
V (m/s)	2,97	3,96	3,99	4,67	4,42	4,19	3,66	3,47	3,51	2,87	3,16	2,94	3,65

Source : O.N.M. Laghouat, 2019

Dans notre région d'étude, la vitesse du vent varie entre 2,97m/s et 4,67 m/s, le mois d'avril est marqué par un vent très violent dont la vitesse dépasse le 4,50 m/s, suivi par les mois de mai et juin (tableau 0).

II-3) Synthèse bioclimatique :

II-3-1) Diagramme d'Ombrethermique de Gausсен :

Le diagramme Ombrethermique permet de représenter les éléments du climat, d'une région, du point de vue précipitation et températures, pendant une période donnée. Il permet également de déterminer les périodes sèches et humides de l'année. (DAJOZ, 1985).

D'après (Dajoz, 1985), Gausсен, considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P), exprimée en mm, est inférieure au double de la température moyenne, exprimée en degrés Celsius ($P(mm) < 2T(C^{\circ})$). Pour localiser les périodes humides et sèche de la zone d'étude, nous avons tracé le diagramme Ombrethermique pour les périodes allant de 2008-2017 de la région de Laghouat (Fig 9), il fait apparaitre une seule période sèche s'étalant sur les 12 mois de l'année.

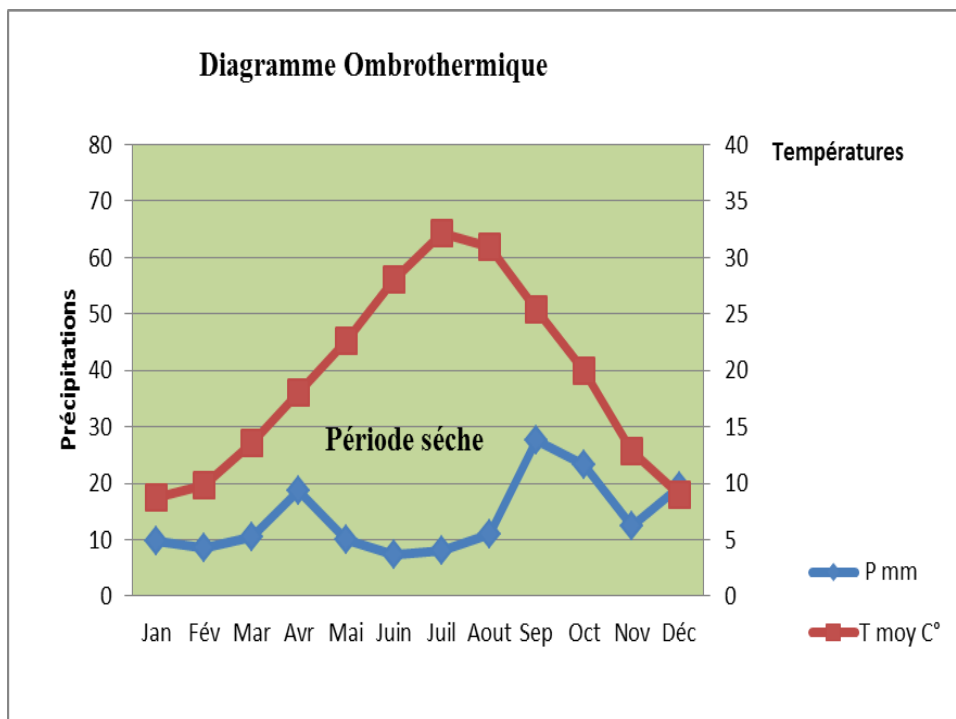


Figure 9: Diagramme Ombrethermique de GAUSSEN de la région de Laghouat 2008-2017.

II-3-2) Le climagramme d'EMBERGER :

Il permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (Dajoz, 1971). Le quotient pluviothermique d'Emberger est déterminé selon la formule suivant (Stewart, 1969) :

$$Q_2 = 3.43 \times P / (M-m)$$

Q₂ : Quotient pluviométrique d'Emberger ;

P : est la somme de la précipitation annuelle exprimée en mm .

M : est la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud.

m : est la moyenne des températures minima du mois le plus froid.

D'après **Kaabeche (1990)** et **Nadjraoui (2011)**, les limites des étages bioclimatiques sont souvent établies en fonction de la pluviosité moyenne annuelle (P mm). Quant aux valeurs de la température minimale (m°C), elles constituent des variantes thermiques. Le tableau 3 résume les résultats de ce quotient, obtenus dans la région d'étude (Laghouat).

$$Q_2 = 3,43 \times 155,27 / (36,08 - 1,96) = 15,60$$

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de la région de Laghouat et la situer dans le climagramme d'EMBERGER, Aride à hiver frais, représente la région de Laghouat .cette dernière est caractérisée par des précipitations très faibles et une période sèche s'étalant, généralement sur tout l'année. (Figure 10)

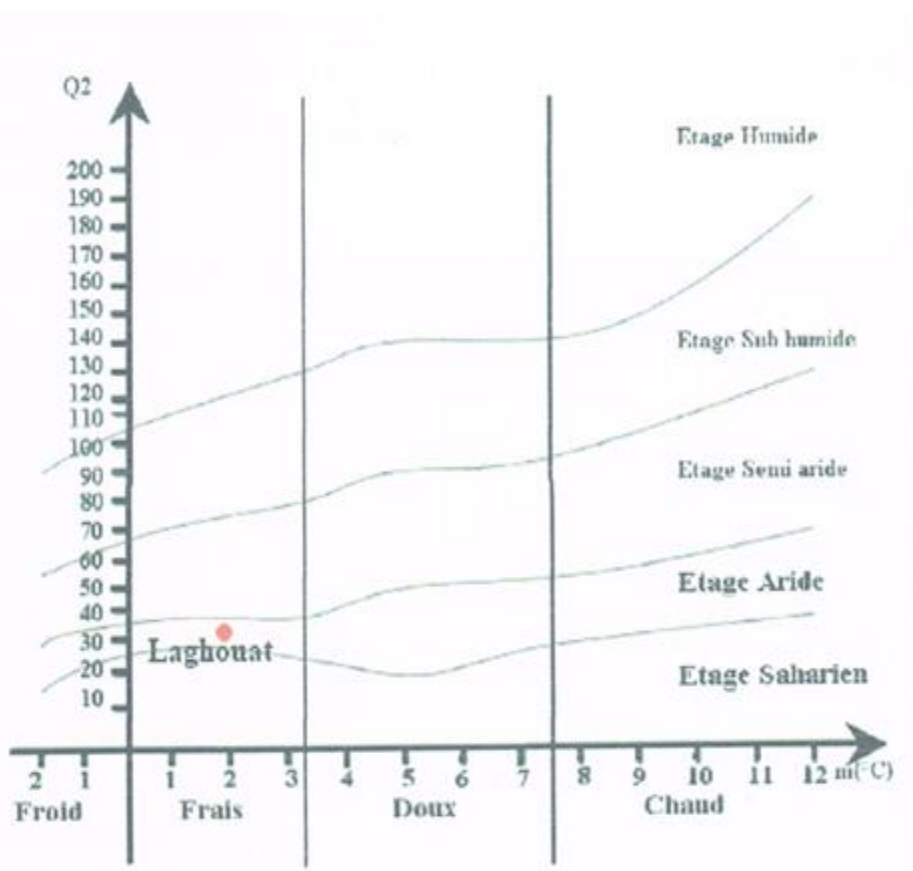


Figure10 : Emplacement de la région de Laghouat sur le climagramme d'Emberger.

II-4) Présentation de site d'étude :

❖ Oued M'zi

Dans cette région aride, les précipitations, étant caractérisées par de fortes irrégularités, ont des effets dévastateurs et néfastes à travers les crues des cours d'eau, alors Oued M'zi est un qui ne présente pas d'écoulement pérennes, 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. **(Chabour ,2006).**

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, Aurès) sont acheminées vers les zones basses (chott). **(Chabour ,2006).**

Ces Oued prennent naissance à Djebel Chebke à une altitude de 1563m, plusieurs Oued déversent dans Oued M'ZI, dont l'oued de Messad, l'Oued Oum Senndj, L'Oued reddine et L'Oued Mseka. **(Chabour ,2006).**

Le bassin versant de l'Oued, couvre une superficie de 1618 km². Son réseau hydrographique bien organisé en amont est composé principalement d'Oueds M' Saïd et M'ZI, qui prennent leur source au cœur de Djebel Amour de l'Atlas Saharien centrale **(A.N.R.H ,2012).**



Figure 11: Barrage Tajmoute (Oued M'zi) (photo originale 2019).

Au cours de cette étude écologique nous avons choisis la station de Barrage Tadjmoute (Laghouat) .




Figure 12 : Barrage Tadjmoute sous satellite (Google Earth 2019).

Cette zone est connue par :

- La diversité de l'habitat.
- L'écoulement du cours d'eau permanent.
- Une région accessible.
- Aussi le Barrage Tadjmoute est moins connue chez les auteurs et les chercheurs scientifiques.

Pour notre site d'étude, le tableau suivant de vérifier les différents critères qui définissent l'Oued M'Zi (Barrage Tadjmoute).

Tableau 6: Les différents critères de l’oued M’Zi (Barrage Tajmoute).

Caractéristiques	Illustration
<p>Altitude : 909m</p> <p>Position : 33°.54', 26,49''N N2°,28'07, 39''E</p> <p>Profondeur Moyenne : 7.33cm.</p> <p>Substrat : Sable, Roche, Limon.</p> <p>Végétation bordant : Tamarix</p> <p>Végétation aquatiques : Algues verts.</p>	

II-5) Factures anthropiques :

Les activités humaines malgré leur grand intérêt écologique, les milieux d’eau continentale Algérienne ont subi une dégradation sévère, liée à une croissance démographique accélérée et à un développement industriel et agricole qui ont engendré accélérée et à un développement industriel et agricole qui ont engendré une forte demande humaine en eau et l’augmentation démesurée du volume des déchets urbains. On n’exagère pas si on estime que les impacts humains seraient responsables de la dégradation (totale ou partielle) de plus de 50% des écosystèmes d’eau continentale Algérienne de cet Oued .N’oublions toutefois pas que ces impacts ont été exagérés par une sécheresse prolongée, dont ont souffrent la plupart des écosystèmes superficiels des réserves hydriques souterraines. (A.N.R.H.2012).

* Les crues décrites parmi les forces essentielles qui régissent et conduisent à la détermination de la structure de la communauté benthique dans les cours d’eaux (Croyle,1997,Death ,2009,Gallardo,2009).Et concernent l’un des facteurs qui peuvent changer la densité et la distribution des populations par leurs influences sur l’organisation temporelle, des

caractéristiques abiotiques et biotiques qui composent les communautés (Croyle,1997). Dans notre cas : (les crues de l'année 2016 et 2018)



Figure 13: Inondation de barrage Tajmoute (Crues 2016 et 2018).(Bouhamam.A,2016)

II-6) Caractéristiques physiques de station :

D'après Anglier(1980).Il est possible de caractériser les milieux courants par leurs facteurs physiques tels que l'altitude, les substrats et la température qui évoluent régulièrement de l'amont vers l'aval, ainsi que les factures chimiques de l'eau.

D'autres facteurs écologiques tels que la végétation, 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 temporelle des différents habitats. Certains d'entre-eux, comme la nature du substrat et la vitesse du courant, sont habituellement considérés comme des facteurs écologiques majeurs susceptibles d'influencer directement la répartition de la faune benthique. (Hynes.1970, Lavendrier.1979, Minshell.1984).

II-7) Matériel biologique :

Les variations des paramètres physico-chimiques et hydro-morphologiques exercent plus ou moins une pression sur les organismes vivantes (macroinvertébrés benthiques) et peuvent être responsables de changements des communautés faunistiques, l'un des groupes des macroinvertébrés benthiques, qui revêt une importance primordiale dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydrosystèmes et des macroinvertébrés. En notre région d'étude, cette faune est peu connue. En effet, depuis les travaux de **Sellam(2017)** seulement quelques études ont été particulièrement axées sur les Diptères.

Afin de mieux connaître ce groupe d'insectes, nous avons tenu à l'étude leur écologie, la distribution mensuelle et à suivre leur interaction avec leurs fluctuations naturelles et anthropiques. C'était la moyenne la plus sûre pour étudier la qualité d'eau parce que les adultes peuvent se déplacer loin de leur lieu de leurs éclosions.

7-1) Fréquence d'échantillonnage :

Les sorties du terrain sont étalées sur une période de six mois allant de Décembre 2018 à Mai 2019

Tableau 7 : les dates d'échantillonnages.

Mois	Date d'échantillonnage
Décembre	19-12-2018
Janvier	29-01-2019
Février	24-02-2019
Mars	25-03-2019
Avril	30-04-2019
Mai	19-05-2019

II-8) Technique D'échantillonnage Des macro-Invertébrés :

II-8-1) Échantillonnage benthique :

Le matériel biologique provient de prélèvement benthique .Ils ont été effectués à l'aide d'un filet surber pour le faciès lotiques et filet troubleaux pour le faciès lenticles.

8-1-1) Milieu lotique :

Selon (**Mehaoui & Berrahou, A, 2009**), il est souhaitable de se mettre dans l'Oued avec des bottes, des cuissards ou des Wadders, les prélèvements de la faune benthique ont été faits par échantillonneur de type << Surber >> pourvu d'une de surface de 1/20 m² (20x25cm)et équipé d'un filet d'ouverture de maille de 500 µm.

Placer le filet surber en l'enfonçant légèrement entre les sédiments afin qu'aucun organisme ne puisse passer en dessous l'ouverture doit faire face au courant d'eau dans un ordre prédéfini selon un protocole de prélèvement standardisé (**NFT T90-350, Circulaire.DCE 2007/22 du 11avril 2007**).

Nettoyer manuellement pendant quelque temps les sédiments et les débris à échantillonner, puis brasser le fond sur quelque centimètre soit (gratté à l'aide d'un râteau) .le courant fera entrer les organismes dans le filet(**Melhaoui ,2009**) .

Retirer le filet en s'assurant qu'aucun organisme ne puisse à être emporté par le courant .pour ce faire, retirer le filet à contre-courant .En suite tremper le filet sans l'eau plusieurs fois et le secouer afin de se barrasses des sédiments fins (**Melhaoui ,2009**).

Le contenu de filet est mis dans des boites en plastique contenant du ETHANOL à 90% et FOEMOL à 10% pour la conservation sans oublier de les étiquètes pour les reconnaître (**Circulaire .DCE 2007/22 ,2007**).

Répéter cette l'opération plusieurs fois et selon des différents types d'habitats de la station et des différents classes de vitesse du courant (**Mehaoui & Berrahou, A, 2009**).

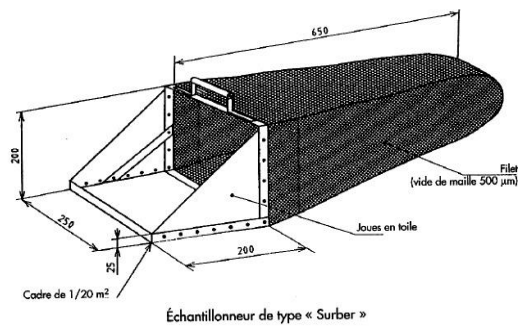


Figure14 : Echantillonnage de type (surber) (Melhaoui ,2009).

8-1-2) Milieu lentiques :

Dans des zones d'eau calme où se déposent les sédiments fins. Soit l'échantillonneur de type troubleau s'utilise par une traction sur environ 20cm en va-et-vient au niveau du support à prélever. (Melhaoui, 2009).



Figure 15: Echantillonnage de type <<troubleau>> (Melhaoui ,2009).

Notre étude s'est déroulée de l'amont au aval du mois de Décembre jusqu'au mois de Mai de l'année (2018-2019).

II-9) Méthode de récupération des Macroinvertébrés :

Les larves des macroinvertébrés sont échantillonnées de manière quantitative, un cylindre de 20cm consiste à balayer le fond de l'eau d'un filet troubleau par des mouvements de va-et-vient, les œufs, les larves et les nymphes sont prélevés sur leurs supports, l'eau et les sédiments en suspension sont alors prélevés à l'aide d'une écope et filtrés sur un filet de vide de maille 275µm. Le contenu du filet est ensuite concentré et conservé dans un flacon étanche et fixé à formol à 10%.

II-10) Conservation des échantillons :

Cette opération constitue à extraire la faune du substrat contenu dans l'échantillon. Elle se fait au laboratoire, où les échantillons sont rincés sur une série de tamis de mailles décroissantes (5 à 0.2 mm) afin de déterminer au maximum le substrat fin restant et les éléments grossiers. Le contenu des tamis sera ensuite versé dans une bassine puis transvasé dans des cristallisoirs, puis conservé à l'aide d'une solution d'éthanol à 70% dans des tubes. Ensuite les contés sous le Stéréoscope.

III-1) Méthodes de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau :

1-A) Méthode de prélèvement de l'eau :

Le prélèvement consiste à réaliser un échantillon représentatif d'une colonne d'eau, d'un litre et demi d'eau brute de surface dans une bouteille en plastique.

1-1-1) Analyses physico-chimiques :

En vue de la caractérisation de la qualité de l'eau de deux sites prospectés, nous nous sommes intéressés à 14 paramètres physico-chimiques. Il s'agit de : Les analyses physico-chimiques, concernent les paramètres suivants : **TC°, pH, Conductivité électrique, Chlorures, Sulfates, Nitrates, Nitrites, Calcium, Magnésium, et Oxygène dissous et bicarbonate.**

La température, le pH, étant susceptible d'être évalués très rapidement pendant le transport et le stockage des échantillons, ont été mesurés directement sur le terrain à l'aide d'appareils portatifs. Les autres paramètres ont été analysés au laboratoire selon le protocole d'analyse de Rodier (**Rodier, 1978**).

1-1) Température et pH :

La température est un facteur important de la vie d'un cours d'eau, qui peut affecter les propriétés de l'eau et de même sa qualité (**Court, 1987**). Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique de terrains traversés (**Nisbet & Verneaux, 1973**).

Les valeurs de température et de pH conditionnent un grand nombre d'équilibre physico-chimiques par exemple les températures élevées facilitent les réactions d'oxydation des dérivés de l'azote (NO_2^-) et par conséquent, entraînent une diminution du taux d'oxygène dissous (**Bremond & Vuichard, 1973**). Le pH est influencé par les teneurs en CO_2 dissous et agit sur l'équilibre carbonique de l'eau (**Nisbet & Verneaux, 1970**).

Tableau 8: Classification de l'eau selon l'échelle de Hecker & al ., 1996.

Gradient du PH	Type des eaux
PH < 5,5.	Eau acide.
PH = 5,5 à 7,4	Eau neutre.
PH > 7,4.	Eau alcaline.

1-2) Salinité :

La salinité totale d'une cours d'eau est sa concentration en électrolytes (**Leveque, 1996**), et correspond au total des cations et des anions présents exprimés en mg/l (**Degrement ,1989**).

1-3) Conductivité électrique :

La conductivité est proportionnelle à la quantité de sels ionisables et indique le degré de minéralisation d'une eau, d'une manière général, elle croit progressivement de l'amont vers l'aval des rivières (**Nisbt & Verneaux ,1970**).

Tableau9 : Qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique.

Conductivité électrique (exprimée en $\mu\text{s/cm}$)	Qualité de l'eau
50 à 400	Excellente
400 à 750	Bonne qualité
750 à 1500	Médiocre mais eau utilisable
> à 1500	Minéralisation excessive

(**Kemmer, 1984**)

1-4) Oxygène dissous et saturation :

Le taux de l'oxygène dans une eau détermine directement la nature de l'écosystème aquatique (**Bontoux ,1993**). Dans les eaux courantes, la teneur en oxygène dissous est directement liée à la température et à l'agitation de l'eau, l'oxygène contribue de façon importante à l'autoépuration des charges polluantes :

En milieu aérobie, sous l'effet des micro-organismes présents dans l'eau, les matières organiques issus des eaux résiduaires sont plus ou moins complétement minéralisées et donnent des produits finaux non actifs (eau, nitrates....). (**Leynaud & Verrel, 1980**).

1-5) Minéralisation globale :

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité le calcul de la minéralisation à partir de la conductivité

* si la conductivité compris entre 333 et 833 $\mu\text{S}/\text{cm}$:

$$M \text{ mg/l} = 0,715920 \times \text{conductivités } (\mu\text{S}/\text{cm}).$$

* si la conductivité compris entre 833 et 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$:

$$M \text{ mg/l} = 0,758544 \times \text{conductivités } (\mu\text{S}/\text{cm}).$$

Tableau10 : Evaluation du taux de minéralisation des eaux selon (Hecker & al .,1996)

Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation de l'eau
< 100	Très faible
Entre 100 et 200	Faible
200 et 333	Moyenne à forte
333 et 666	Moyenne accentuée
666 et 1000	Important
> 1000	Elevée

1-6) Ions majeurs (Chlorure, Sulfate, Calcium, Magnésium) :

Dans les eaux exemptes de pollution, les ions Chlorures, Sulfates, Calcium, et Magnésium ont une origine naturelle, leurs teneurs sont liées à la nature géologique des terrains traversés par les cours d'eau et à l'érosion des roches superficielle, En effet, ces éléments sont es constituants majeurs de l'écorce terrestre (**Bremond & Vuichard, 1973**).Leurs teneures peuvent indiquer le niveau d'eutrophisation des cours d'eau, En effet, des teneurs, excessives sont le signe d'une pollution urbain ou industrielle (**Nisbt & Verneaux ,1970**).

1-7) Bicarbonate :

La concentration en bicarbonate (HCO_3^-) dans l'eau dépend de la teneur en CO_2 de la conductivité, du pH et de la température, l'équilibre chimique dans l'eau s'établit entre le CO_2 de l'aire et une phase solide dépendant de la nature géologique du terrain (**Bremond, Vuichard ,1973**).les concentrations en bicarbonate donner des indications sur les degré d'oxydation des composés organiques dans des zones particulières comme les ruisseaux forestiers (**Nisbet & Verneaux, 1970**) .

1-8) Sels nutritif (Nitrates et Nitrites) :

Les Nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique, facilement lessivé, ils proviennent en grand partie de l'action de l'écoulement des eaux sur les terrains constitutifs du bassin versant :

La nature des zones de drainages joue donc un rôle essentiel dans leur présence (**Bremond & Vuichard ,1973**) les nitrates participent aux phénomènes d'eutrophisation : En période de faible oxygénation (période estivale) le nitrates peuvent jouer le rôle de donneurs d'oxygène et éviter l'anaérobiose ((**Rodier ,2009**).

Tableau 11: Méthode d'analyse des paramètres physico-chimiques.

Les paramètres	Méthodes d'analyse	Unités	Sources
Tempéraure	Thermomètre à mercure,précision à 1/10	C°	
Conductivité	Conductivité YSI modèle S-C-T Meter.	qs/cm	
Oxygène dissou	Oxymètre ORION Research,Ionalyser modèle 407 ,avec électrode spécifique O2 Orion Research Modèle 97-08	Mg/l	WINKLER
Salinité	Salinomètre YSI ; modèle S-C-T Metre.	‰	
PH	PH-mètre ORION Research ,Ilonalyse modèle 407 avec électrode spécifique O2 Orion Research Modèle 97-05.	PH-mètre de type WTW	
Sulfate	Méthode néphélométriques,les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de barym ,le précipité obtenu est stabilisé par le <<Tween20>>.les suspension homogène sont mesurée au spectrophotomètre.	Mg/l SO_4^{-2}	Rodier (1976)p.11
Chlorures	Méthode de Mohridosage des chorures par un solution de nitrate d'argent en présence de chromate de potassuim.	Mg/l	N.T.Afnour 90-01
Carbonates	Dosage basé sur la neutralisation d'un volum	Mg/l HCO_3^-	N-T.Afnour 90-36

	d'un échantillon connu par l'acide sulfurique présence d'un indicateur coloré ,le méthyle orange(0.5%).		
Nitrate	Dosage basé neutralisme d'un volume connu d'un échantillon par quelque goutte d'acide acétique et d'autre goutte de nitrate du sodium et salicylate de sodium et aussi l'acide sulfurique et a soude acoustique ,en fin les suspensions homogènes sont mesurée au spectrophotomètre .	Mg/l NO ₃ ⁻	N-T Afnour 90-012
Ca ⁺⁺	Dosage basé sur le PH Tampon 12 et le calco et le titrage avec EDTA 0,02N	Mg/l Ca ⁺²	
TH	Dosage basé sur Tampon 10 et Noire K2rékromate et le titrage EDTA 0.02N	Mg/l TH	
Mg ⁺⁺	C'est la résultat de volume de titrage de TH moins la résultat de volume de titrage de Ca ⁺⁺		
Nitrate	Dosage par méthode spectrophomètre aux réactifs Salicylate de sodium et acide sulfurique et solution d'hydroxyde de sodiume.		

(Source A.D.E.2019).

➤ **Les analyses statistiques :**

-Les calcules statistiques de corrélation sont réalisés à l'aide de l'logiciel (Excel state 2018).

- Les constructions des graphiques ont été réalisées à l'aide du logiciel *Microsoft Excel* (Version2010).

III-2) Exploitation des résultats par des indices écologiques

2-1) Application d'indices de structure et d'organisation

a) Fréquence en nombre (abondance relative)

La fréquence centésimale (Fc), représente l'abondance relative et correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (ni) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (Dajoz, 2003).

$$F_c = \frac{ni}{N} \times 100$$

2-2) Diversité brute ou richesse taxonomique :

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

2-2-a) Abondance relative en nombre :

La fréquence centésimale (F_c) représente l'abondance relative et correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement .Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (**Dajoz, 2003**).

2-2-b) 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 prélèvement où l'espèce i est présente

P = nombre total de prélèvement.

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.

2-2-c) Indice de Sorensen :

Afin de pouvoir statuer la similitude ou la différence existante dans la composition du peuplement des invertébrés dans l'espace d'une part et dans le temps d'autre part, nous avons comparé la structure des relevés par une analyse discriminatoire en calculant l'indice de SORENSEN ou le coefficient de similitude de SORENSEN (Q_s) (**MAGURRAN, 1988**) :

$$Q_s = \left[\frac{2c}{a+b} \right] \times 100$$

a : nombre d'espèces mentionnées dans le relevé 1.

b : nombre d'espèces décrites dans le relevé 2.

c : nombre d'espèces recensées simultanément dans les 2 relevés.

Pour notre cas, nous avons utilisé ce coefficient pour comparer la composition spécifique d'invertébrés des différentes saisons et des différentes dates d'étude prises deux à deux.

III) Résultats de dénombrement des Macroinvertébrés :

L'étude du benthos permet d'apprécier la composition, la structure ainsi que la distribution dans le temps des macroinvertébrés en place. La présente étude faunistique a permis de recenser au cours des 6 mois de prélèvements un total de 732 individus répartis en 03 groupes zoologiques (05 familles).

Notre étude est étalée entre le mois de Décembre 2018 jusqu'au Mai 2019 dans le Barrage Tajmoute (Oued M'Zi) la région de Laghouat, les résultats des abondances de chaque taxon de la région d'étude et leurs richesses faunistiques durant l'étude sont présentés dans ci-dessous (Tableau 12).

Tableau 12: liste de la faune benthique recensée dans la station Barrage Tajmoute.

Groupe zoologique	%	Nombre des familles	Familles	Nombre des individus
Diptera	92%	03	Chironomidae	392
			Simuliidae	271
			Cératopogonidae	10
Annélida	7.37%	01	IND	54
Coléoptera	0.27%	01	IND	02

1) Pourcentages en nombre des familles des macroinvertébrés identifiées :

Les Chironomidae et les Simuliidae sont les familles les plus abondantes du peuplement inventorié, avec (soit 53.96%) ; (37.02%) respectivement. En revanche, les Annélida avec (7.37%) et autres familles la plus faiblement représentée avec (0.27%) sont des Coléoptera.

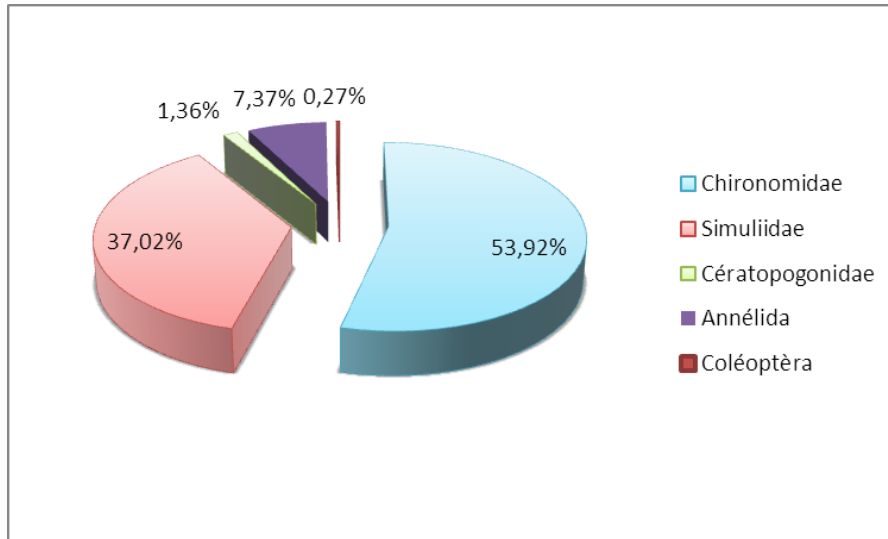


Figure16 : abondance relative des groupes faunistiques dans le cours d'eau étudié.

1-2) L'analyse qualitative et quantitative de la faune benthique :

1-2-1) Les Diptères :

Les Diptères constituent le groupe des ordres d'insectes le plus variés en espèces et abondants dans le monde. Les formes aquatiques sont par contre moins nombreuses que les formes terrestres. Ce groupe le plus important des insectes aquatiques aussi bien en milieu lentiques que lotique. Parmi ces Diptères. Si on considère par la famille et d'espèce, la famille qui marque la plus grande importance à la région Laghouat est la famille Chironomidae avec (395 individus) puis Simuliidae (271 individus) et Cératopogonidae (10 individus).

Les deux autres taxons les Annélida avec (54 individus) .et les Coléoptèra qui présente le très faiblement effectif avec (02 individus).



Chironomidae



Simulium



Simuliides Bezzi





Ceratopogonides



Annélides



Coléoptère

Figure17: Les macrosinvertébrés recensés au cours de la période d'étude (photos originales 2019).

1-2-2) Les fréquences d'occurrence :

Les fréquences d'occurrence sont calculées afin de définir l'organisation et la structure du peuplement inventorié. Les résultats obtenus sont énumérés dans le (tableau 13).

Tableau 13 : Fréquences d'occurrence (%) des espèces recensées dans le site d'étude.

famille	C%	
Chironomidae	100%	Omniprésent
Simuliidae	100%	Omniprésent
Cératopogonidae	16.66%	Accidentelles
Annélida	33.33%	Accessoire
Coléoptéra	16.66%	Accidentelles

Les résultats obtenus pour les mois d'études de Décembre jusqu'au Mai indiquent que les fréquences d'occurrence selon **Dajoz (1985)** sont varient entre 100 % ,33.33% et16.66%. La majorité des Diptères ; sont Omniprésente à l'exception de Cératopogonidae qui sont accessoires (soit 16.66%) et les Coléoptéra (16.66%). La dominance des espèces accessoires indique le rôle limitant du milieu. En revanche les Annélidae sont fréquentes retrouvées (33.33%).

1-2-3) Fréquences d'abondance :

Afin de donner un aperçu sur l'importance de répartitions des différents taxons recensés, nous avons opté à calculer les fréquences d'abondance en pourcentages pour les différentes familles. D'une manière globale, les Diptères sont les familles qui représentent les majorités des effectifs recensés dans le Barrage Tajmout avec 92 %. En seconde position se classent les Annélides avec 7.37%.et puis Les Coléoptères se présent avec de pourcentage inférieurs à 1%.

1-2-4) Similarité de Sorensen :

Nous avons comparé le peuplement de chaque mois, deux à deux en utilisant l'indice de similarité de Sorensen, cet indice tend vers le 0 lorsque les deux milieux considérés n'ont pas d'espèce commune, et vers 100 quand les deux milieux présentent des espèces identiques. Le tableau résume les similitudes taxonomiques entre deux saison En se basant sur la

Résultats

présence ou l'absence des espèces, la valeurs de la similitude est enregistrée entre les deux saison montre que 75% de ressemblance entre les deux saison .

Tableau 14 :Tableau récapitulatif de la similarité de Sorensen.

	Printemps	Hiver
Hiver	75%	100%
Printemps	100%	75%

III-2) Répartition temporelle des macroinsectes récoltés au cours d'étude :

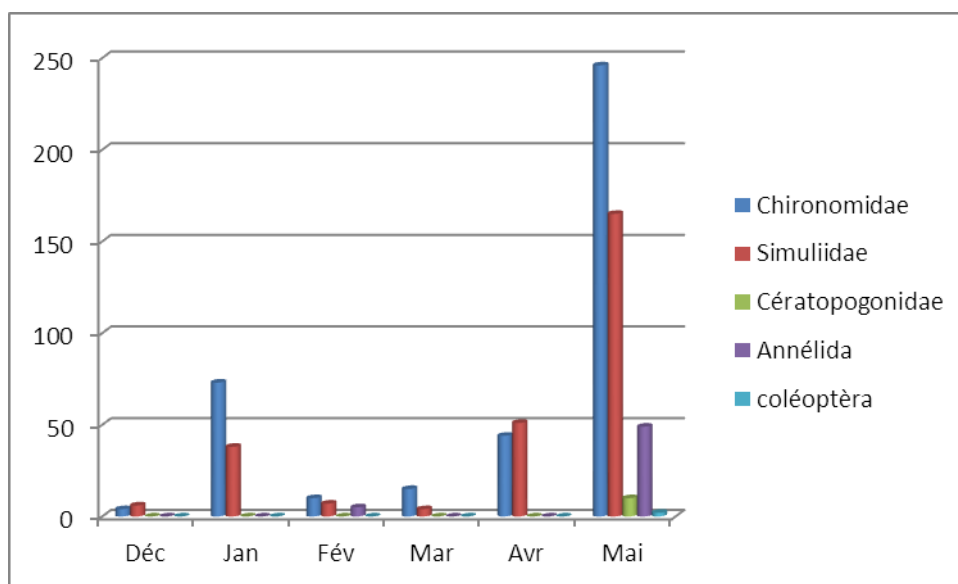


Figure 18: Répartition temporelle de répartition des peuplements inventoriés au cours de la période d'étude.

Afin de représenter la structure et l'organisation dans le temps de la Faune inventoriée, nous avons opté pour l'étude de leur répartition en fonction des mois. Les résultats obtenus sont reportés dans les figures ci-dessus. L'abondance relative des différentes familles recensées marque une grande variation entre les six mois étudiés dans le Barrage Tajmoute. Sur la figure, nous notons que les Chironomidae qui sont le plus abondant au mois Mai présente une abondance plus élevée (246 individus) et Simuliidae avec (165 individus) ainsi que les Annélida avec (49 individus). Les familles des Cératopogonidae et les Coléoptère sont les plus moins abondants en même mois avec (10 et 02 individus), en revanche la diminution remarquable de la richesse taxonomique en mois Décembre qui contient le nombre le plus faible avec (10 individus).

2-1) Résultats des paramètres physico-chimiques :

Les paramètres physico-chimiques ont été évalués à un rythme mensuel de (Décembre jusqu'au Mai 2019) dans le Barrage Tajmoute dans la région Laghouat.

Les paramètres physiques (TC°, pH, Conductivité, Salinité) sont mesurés à l'aide des appareils et les paramètres chimiques (NO_3^- , O_2 dissous, HO_3^- , SO_4^- , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^-) sont analysés au niveau d'A.D.E.

Résultats

Les histogrammes suivants montrent les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau dans le Barrage Tajmoute durant la période d'étude.

2-1-1) La température (TC°) :

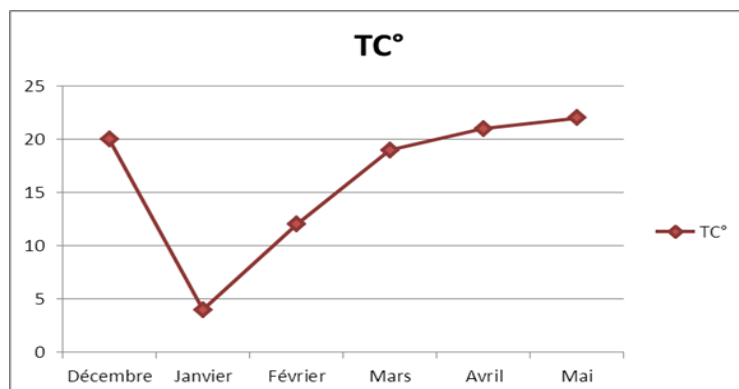


Figure 19: Les variations mensuelles de la température durant la période d'études.

La température de l'eau est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques, la valeur maximale de température de site d'étude a été enregistrés au mois Mai avec une valeur (22C°) et les valeurs (19C° et 20C°) ont été notées respectivement aux mois Mars et Avril, à l'exception du pic du froid au mois Janvier avec une valeur (04C°).

2-1-2) Le potentiel d'hydrogène (pH) :

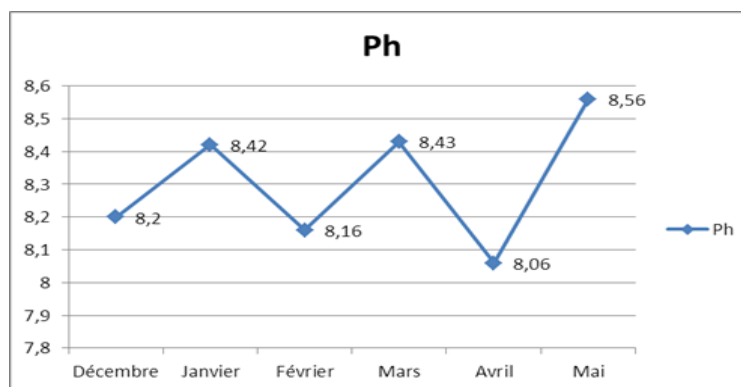


Figure 20: Les variations mensuelles de pH durant la période d'études.

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenue dans l'eau. Il dépend de l'origine des eaux.

Une analyse du pH moyen des différents mois a également été effectuée dans le but d'affiner les données récoltées grâce aux prélèvements (Topin, 2009).

Le pH au niveau de tous les mois d'étude varie entre (8.06 et 8.56) (Tableau 18) ces valeurs indiquent que l'eau de notre cours d'eau est d'une alcalinité faible à moyenne selon (Nisbet et Verenaux, 1970).

2-1-3) La conductivité électrique :

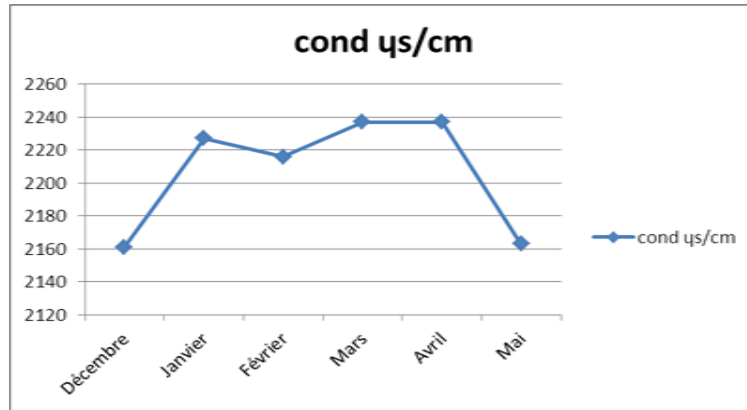


Figure 21: Les variations mensuelles de conductivité électrique durant la période d'études.

Le mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (Rejsek ,2002) .

Pour le site d'étude, ce paramètre présente des fluctuations moyennes car les teneurs minimales enregistrées oscillent entre de (2161 et 2163 µs/cm) pour les mois Décembre et Mai et en mois de Janvier la valeur augmente jusqu'au (2227 µs/cm), et on enregistre la teneur maximale de conductivité avec une valeur de (2237 µs/cm) en Mars et Avril.

2-1-4) La salinité (S‰) :

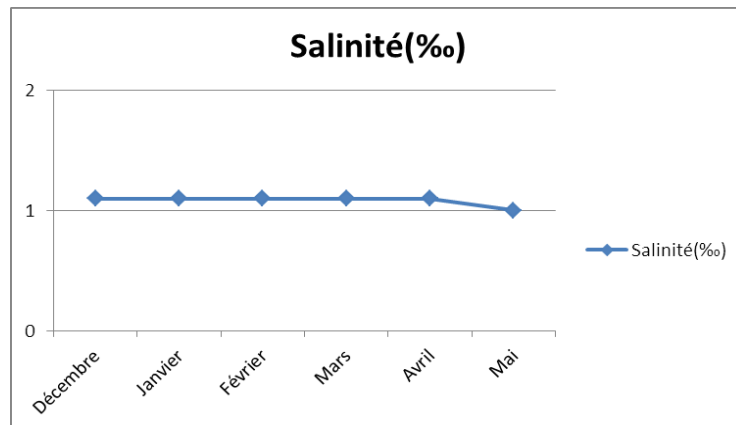


Figure 22: Les variations mensuelles de la salinité durant la période d'étude.

La salinité est définie à l'origine comme la quantité de sels dissous présents dans l'eau (Bouchar ,2010) .L'eau est dure ou calcaire si elle est riche en sels de calcium, ou en sels minéraux en général, au contraire elle est douce lorsqu'elle est pauvre en ces éléments (Rejsek, 2002).

La teneur de la salinité de Barrage Tajmoute, est clairement en évidence un gradient à l'ordre stable d'un mois à l'autre durant la période d'études Décembre jusqu'au Avril avec une valeur (1.1‰) à l'exception du mois Mai (1‰) qui montre une stagnation de la salinité.

2-1-5) Le calcium (Ca^{++}) :

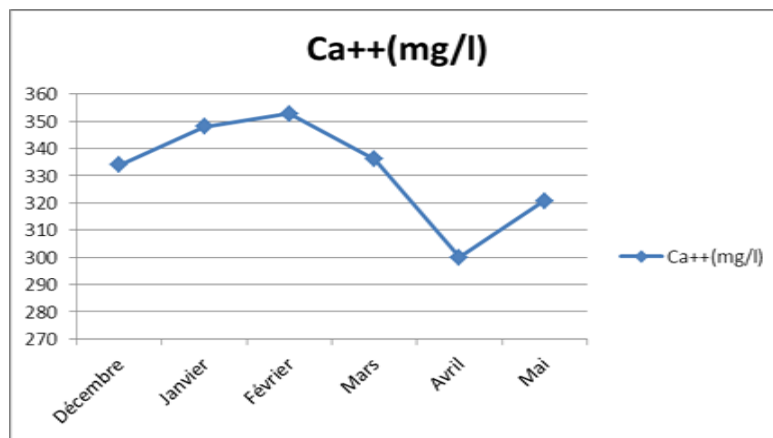


Figure 23: Les variations mensuelles de calcium durant la période d'étude.

Les composants du calcium constituent 3.46% de la croûte terrestre .Cet élément est essentielle pour la vie des animaux, puisqu'il rentre dans les composants de sédiment et de roche. (Bouzidi, 1983).

Les valeurs de calcium notées au cours d'eau de site d'étude durant la période d'études ne dépasse pas les normes, Dans les eaux courantes la teneur de calcium est variée entre 1 et 150 mg/l (Vernaux & Nesbit,1970).

La valeur minimale (300mg/l) est enregistrée au mois Avril et la valeur maximale (352.704mg/l) est enregistrée dans le mois Février. Par-apport les autres mois leurs valeurs oscillent entre (320 et 348 mg/l).

2-1-6) Le magnésium Mg^{++} :

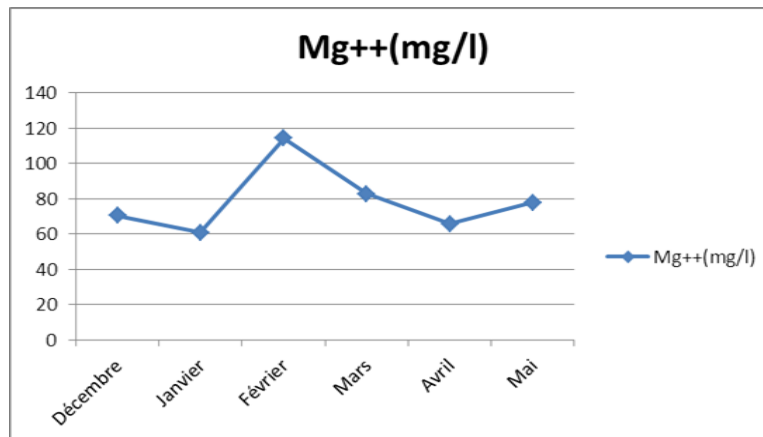


Figure 24: Les variations mensuelles de magnésium durant la période d'étude.

Les eaux prélevées dans les différents mois dans le Barrage Tajmoute possèdent une teneur en Mg^{++} avec une fluctuation remarquable d'un mois à l'autre .où nous avons marqué comme valeur minimale respectivement (60.8 et 65.66 mg/l) aux les mois Janvier et Avril, sauf que le mois Février qui est enregistré comme une valeur maximale avec (114.30mg/l) et d'après les normes nos résultats ne dépasse pas les normes admissible est (150 mg/l) (**Vernaux & Nesbit,1970**).

2-1-7) Le chlorure (Cl^-) :

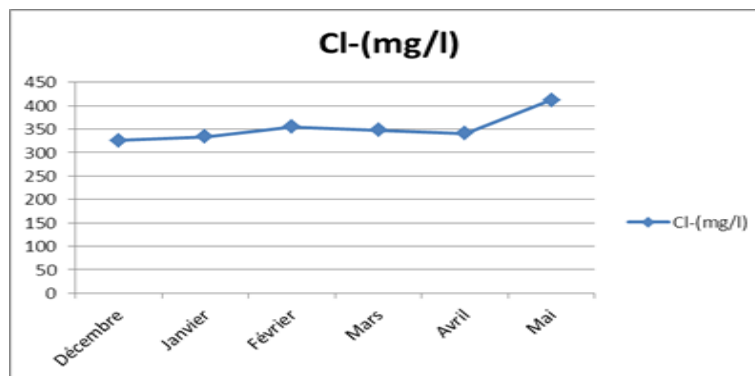


Figure 25 : Les variations mensuelles de chlorure durant la période d'étude.

Le chlorite de l'eau dans notre Barrage Tajmoute durant les mois d'études dépassent les normes qui égale à 200 mg/l ; les teneurs faibles sont enregistrées dans les mois Janvier et Mars et Avril dont des valeurs varient entre (333.7 et 340.8 et 347.9 mg/l).Et les concentrations des mois Décembre et Février c'est concentrations supérieurs qui arrivent jusqu'au (411.8mg/l) au mois Mai.

Nos résultats montrent que les eaux de notre site d'étude dépassent les normes, La teneur en chlorures des eaux courantes exemptes de pollution ne dépasse guère 20 mg/l. (Vernaux & Nesbit,1970),

2-1-8) Le bicarbonate (HCO_3^-) :

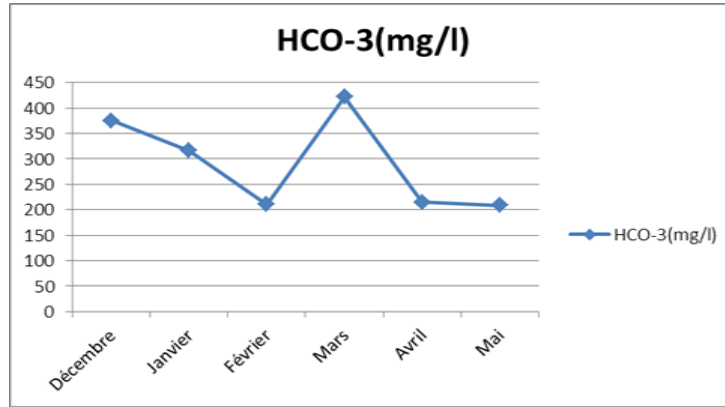


Figure 26: Les variations mensuelles de bicarbonate durant la période d'étude.

Toutes les concentrations du bicarbonate vue des variations d'un mois à l'autre d'une manière générale, et leurs valeurs sont supérieures à (100 mg/l). Les valeurs les plus faibles ont été observées aux mois Mai, Avril et Février avec des valeurs (209 et 210.8 et 215.04 mg/l), et les mois Décembre et Janvier leurs valeurs (375 mg/l et 316.2 mg/l). Alors que la concentration la plus élevée a été enregistrée au mois Mars avec (421.6 mg/l). Ceci vient de la nature de la région.

D'après nos résultats montre que la teneur de bicarbonate dépasse les normes, Dans les milieux naturels, l'alcalinité exprimée en bicarbonate varie de 10 à 350 mg/l (Vernaux & Nesbit,1970),

2-1-9) Le sulfate (SO_4^{2-}) :

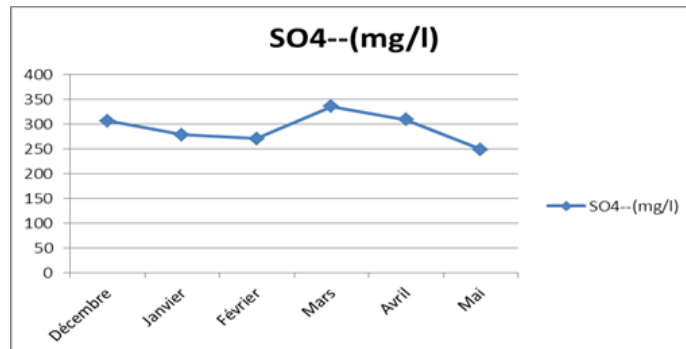


Figure 27: Les variations mensuelles de sulfate durant la période d'étude.

Résultats

La plupart des concentrations en sulfate n'est pas constante tout la période d'études, et n'est pas une même valeur à une autre qui supérieur nettement à la valeur de guide fixé 200mg/l pour une eau de bonne qualité par (A.A.E,2013), dont les valeurs les plus faibles sont enregistrés (249.6 et 270.09 et 278.4 mg/l) aux les mois Mai et Février et Janvier et les concentrations supérieures (307 et 309.88 et 336 mg/l) sont principalement motionnées aux les mois Décembre ,Avril et Mars .

La présence de sulfate en quantité supérieure à 300 mg/l peut entraîner dans des certaines conditions l'empêchement de la vie aquatique. (A.D.E,2014).

Selon (Vernaux & Nesbit,1970), les eaux qui dépasse leurs tenures en sulfate 200mg/l Sont des limites de potabilité ,eaux très séléniteuse .

2-1-10) Le nitrite (NO_2^-) et nitrate (NO_3^-) :

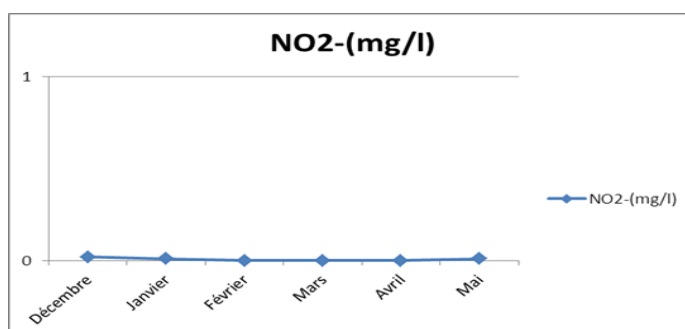


Figure 28: Les variations mensuelles de (NO_2^-) durant la période d'étude.

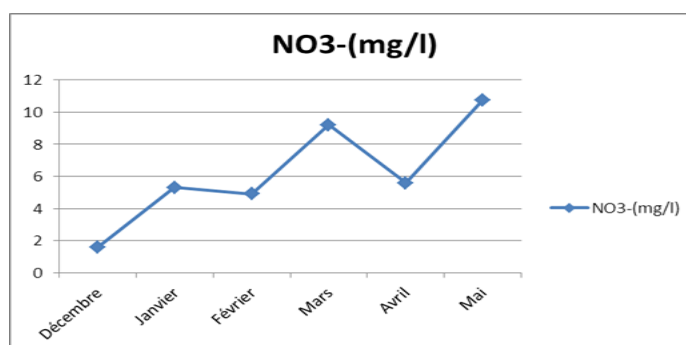


Figure 29: Les variations mensuelles de (NO_3^-) durant la période d'études.

Résultats

Les concentrations en nitrite sont inférieures à (1mg/l) durant toute la période d'étude avec des valeurs oscillant entre (0 et 0.02 mg/l) donc leur valeur ne dépasse pas les normes (**J.O.A ,2003**).

Les concentrations en nitrates qui sont enregistrés entre les mois Décembre, Janvier, Février et Avril sont les plus faibles valeurs (1.6 et 4.9 et 5.3 et 5.6 mg/l) et les valeurs supérieures sont principalement notées aux mois Mars et Mai avec des valeurs respectivement (9.20 Et 10.74 mg/l).

2-1-11) L'oxygène dissous:

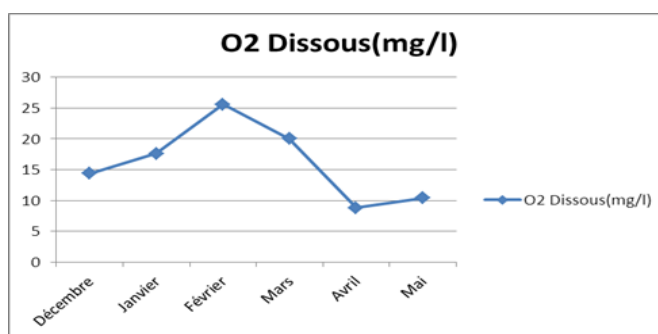


Figure 30: Les variations mensuelles d'oxygène dissous durant l'étude.

Les teneurs en Oxygène dissous des différents mois d'étude sont dépassées les normes égales à 14 mg/l selon (**Vernaux & Nesbit,1970**).

En effet les valeurs de saturations en O₂ dissous allant entre une forte saturation avec une valeur (25.6 mg/l) au mois Février et une basse saturation avec une valeur (8.8 mg/l) au mois Avril.

III-3) La corrélation entre paramètres physico-chimiques et le nombre des macroinvertébrés :

On choisit seulement les Chironomidae et Simuliidae puisque, sont les deux familles les plus dominantes durant toute la période d'étude.

3-1) Température :

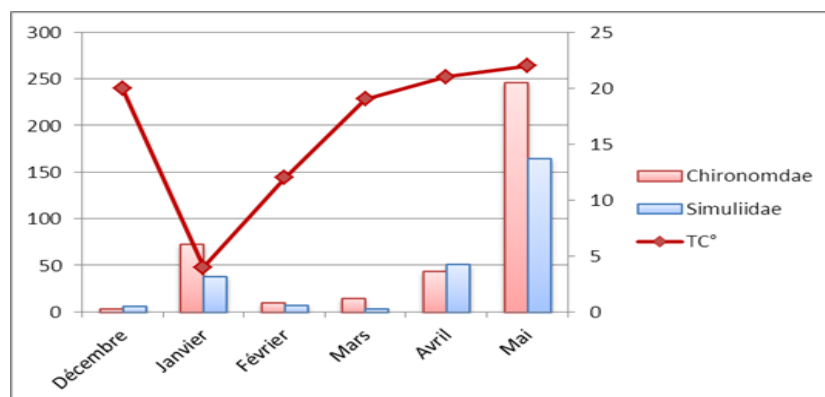


Figure 31: Effet de la température sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.

Selon les valeurs mensuelles de la Température. On observe que la valeur maximale (21C°) a été enregistré en le mois Avril avec un nombre des macrosinvertébrés (44 Chironomes) et (51 Simuliides) et la valeur minimale (04C°) en le mois Janvier avec un nombre des individus (73 Chironomes) et (38 Simuliides), Les autres valeurs oscillent prospectivement entre (12C° et 22 C°et 19C°) aux les autres mois avec un nombre des individus oscillent entre (10 et 15 et 246) des Chironomes et concerne les Simuliides leurs nombres (07 et 04 et 165 individus).

3-2) Le potentiel d'hydrogène (pH) :

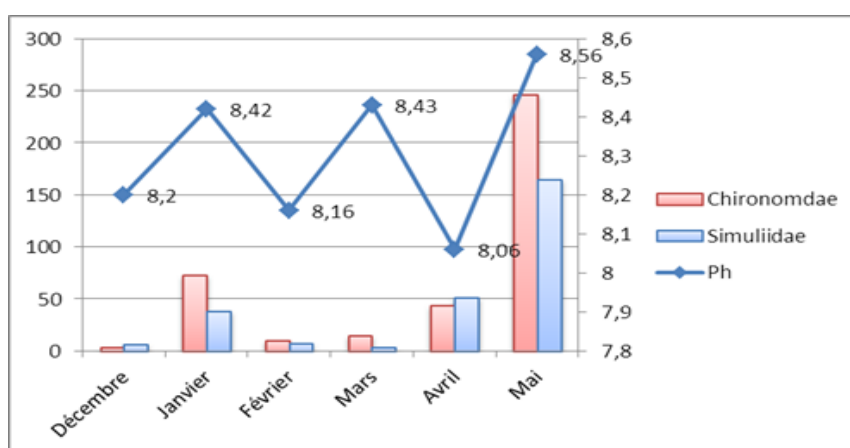


Figure 32: Effet du pH sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.

Les valeur obtenus montrent que la teneur en pH la plus supérieur a été enregistré en mois Mai (8.56 mg/l) avec un nombre des individus (Chironomes 246 individus) et (Simuliides 165

Résultats

individus) par contre la teneur la plus faible a été enregistré en Avril avec un nombre des macroinvertébrés (Chironomes 44 individus) et (Simuliides 51 individus) et pour les mois Janvier et Mars (8.42 et 8.43 mg/l) leurs nombres des individus oscillent entre les (Chironomes 73 et 15 individus) et le mois Décembre (8.20mg/l) leur valeur représente nombre (Chironomes 04 individus) et (Simuliides 06 individus).

3-3) La conductivité :

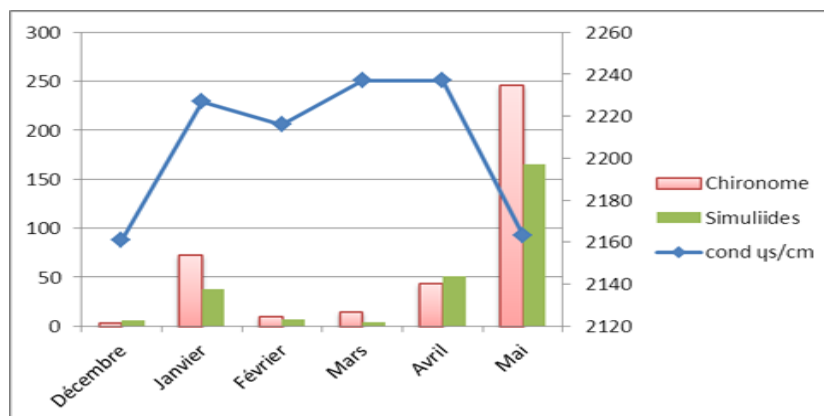


Figure 33: Effet de la conductivité sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.

Le nombre des macroinvertébrés présente des fluctuations d'un mois à un autre ou le plus haut atteint (246 individus des Chironomes) et (165 individus Simuliides) au mois Mai avec une valeur (2163 µs/cm), en revanche c'est en mois Décembre avec une valeur (2161 µs/cm) avec le nombre des effectifs plus faible a été enregistré (04 individus des Chironomes) et (06 individus Simuliides), et pour les mois Mars et Avril a été mentionnées un nombre des Chironomes entre (15 et 44 individus) et Simuliides (04 et 51 individus) avec un taux de conductivité (2237 µs/cm).

3-4) La salinité (S‰) :

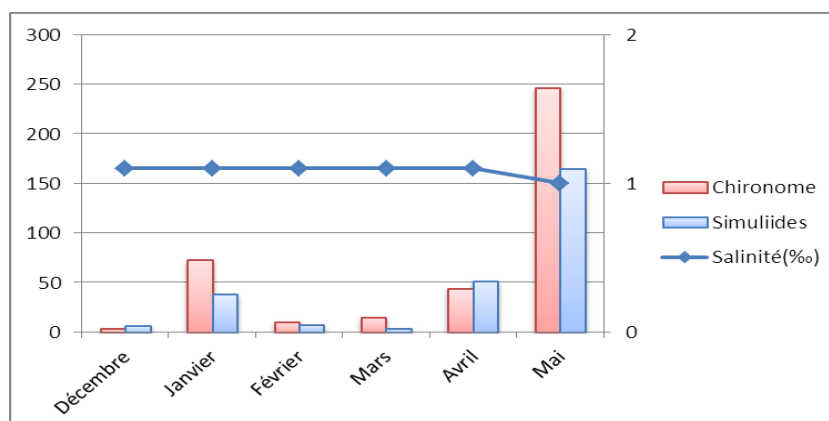


Figure 34: Effet de la salinité sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.

Les valeurs de la salinité suivent un rythme stable durant toute la période d'étude (1.1‰) avec un nombre des Chironomes oscillent entre (04 et 73 individus) et des Simuliides (06 et 51 individus) sauf en mois en remarque une diminution de la salinité (1‰) et augmentation des nombre des Chironomes (246 individus) et les Simuliides (165 individus).

3-5) Le calcium (Ca⁺⁺) :

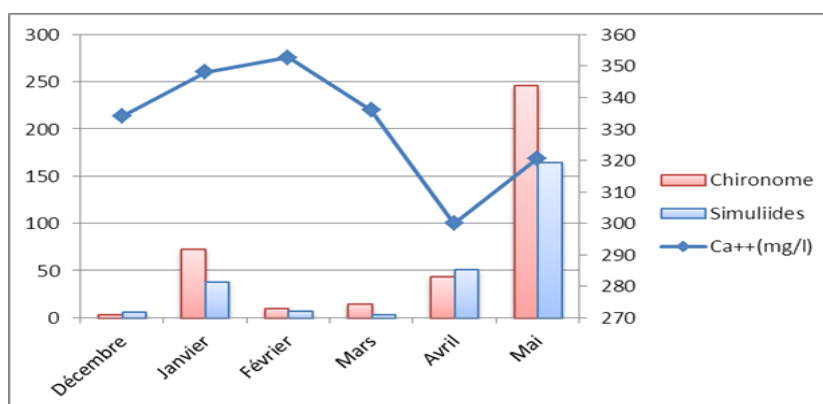


Figure 35: Effet du calcium sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.

Les valeurs de ce paramètre vue des variations d'un mois à l'autre, aux les mois Mars , Avril et Mai leurs valeurs entre (336 mg/l , 300 mg/l et 320.64mg/l) sont les plus faibles teneur avec une richesse benthiques (Chironomes 15 et 44 et 264 individus) et les fluctuations les plus hautes sont marqués aux les mois Décembre , Janvier et Février (344 et 348 et 352.704 mg/l) avec un nombre des individus (Chironomes 04 et 73 et 10 individus), et (Simuliides 06 et 38 et 07 individus).

3-6) Le magnésium (Mg⁺⁺) :

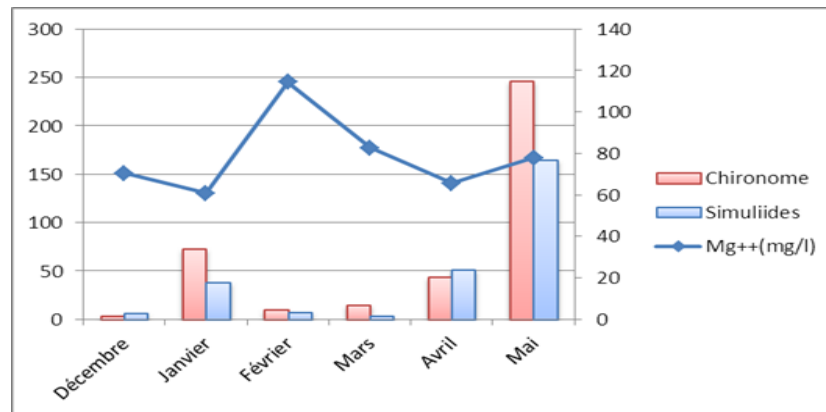


Figure 36: Effet du magnésium sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.

D'après de nos résultats on remarque une diminution des concentrations en Mg⁺⁺ au mois de Mai (77.82 mg/l) est accompagnée avec l'augmentation du nombre des macroinvertebrés (Chironomes 246 individus) (Simuliides 165 individus) et l'augmentation de teneur jusqu'à (114.304 mg/l) au mois Février s'accompagne une diminution de nombres des macrosinvertébrés avec un nombre (Chironomes 10 individus) et (07 individus des Simuliides).

3-7) Le chlorure (Cl⁻) :

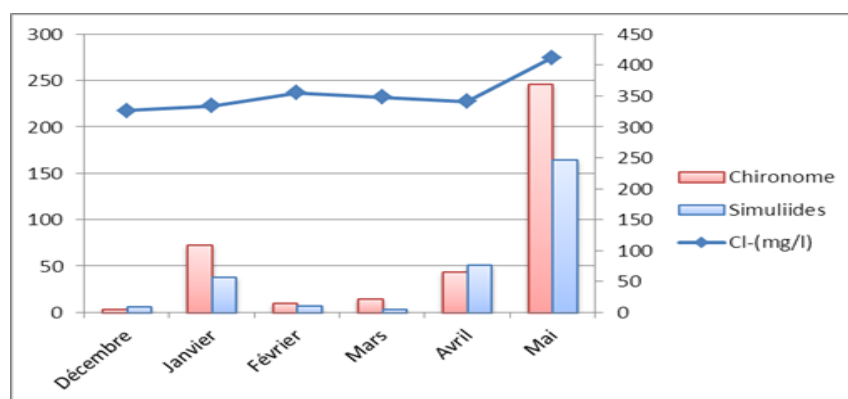


Figure 37: Effet du chlorure sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.

La concentration de chlorure la plus élevée a été observée au mois (Mai) avec un nombre des macrosinvertébrés très important (246 individus des Chironomes) et (165 individus des Simuliides) et la valeur la plus faible a été enregistrée au mois Janvier (333.7 mg/l) avec un nombre des individus (73 des chironomes) et (38 des Simuliides) et les concentrations des mois Avril et Mars (340.8 et 347.9 mg/l) le nombre des individus oscillent entre les

Chironomes (44 et 15 individus) et Simuliides(51 et 04 individus).et pour le mois Février (355mg/l) leurs richesse présente un nombres des individus (Chironomes 10 individus) et (Simuliides 07 individus).

3-8) Le bicarbonate (HCO_3^-) :

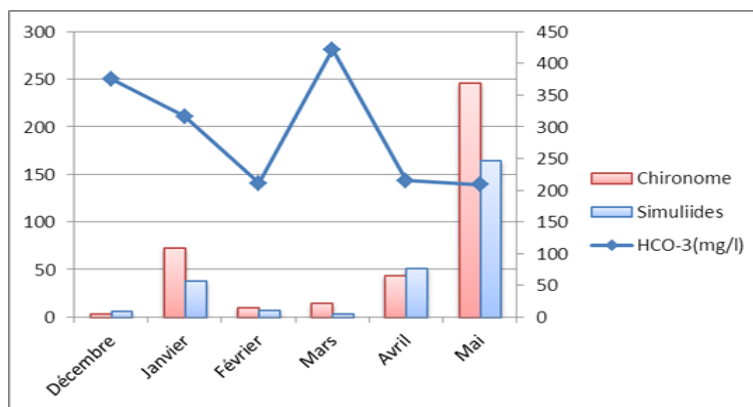


Figure 38: Effet du bicarbonate sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.

D’après la valeur de bicarbonate au mois de Mai et Février (209mg/l et 210.8 mg/l) sont les valeurs les plus bas avec le nombre des individus (Chironomes 246 et 10 individus) et (Simuliides 165 et 07 individus) et les valeurs les plus hauts été mentionnés aux les mois Mars ,Décembre et Janvier (421.6 et 375et 316mg/l) avec le nombre des macroinvertébrés proportionnelle (Chironomes 15 et 04 et 73 individus) et (Simuliides 04 et 06 et 38 individus).On remarque chaque augmentation de le nombre des effectifs on parallèle diminution des teneurs valeur de bicarbonate .

3-9) Le sulfate (SO_4^{2-}) :

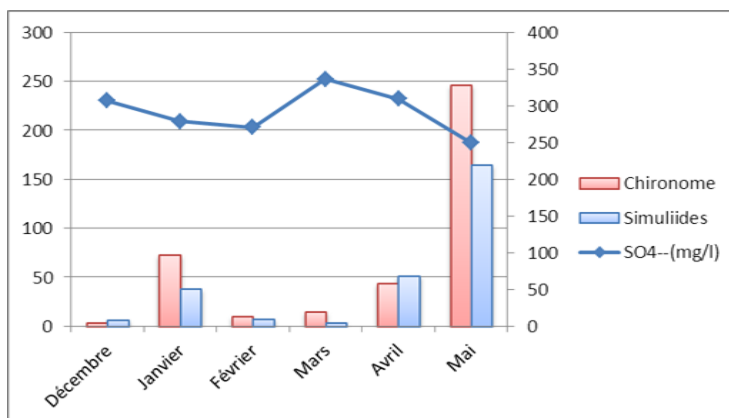


Figure 39: Effet du sulfate sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.

D'après la valeur de teneur de sulfate en mois de Mai c'est la teneur la plus faible (249.09 mg/l) avec leur nombre d'effectifs de même mois (Chironomes 246 individus) et (Simuliides 165 individus) et la teneur la plus forte été marqué au mois Mars (336 mg/l) avec un nombre des effectifs (Chironomes 15 individus) et (Simuliides 04 individus) et aux mois Janvier et Février (278.4 et 270.6 mg/l) on remarque le nombre des effectifs représente (Chironomes 73 et 10 individus) et (Simuliides 38 et 07 individus). on remarque que ces derniers sont inversement liés avec l'augmentation de SO_4^{-2} .

3-10 Le nitrate (NO_3^-) :

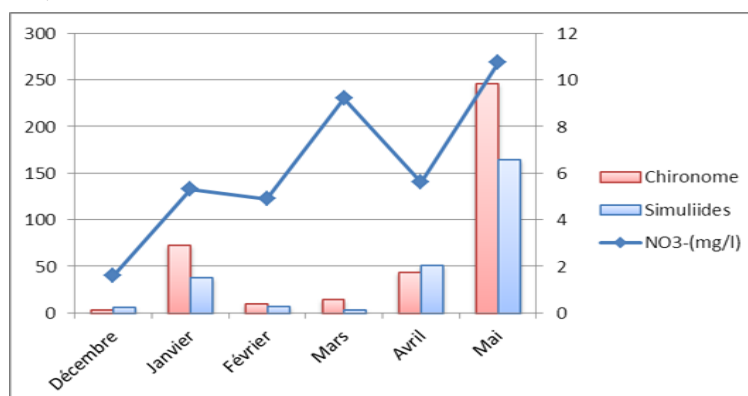


Figure 40: Effet du nitrate sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.

D'après les valeurs de Nitrite et Nitrate on remarque que le teneur de nitrite est suite un rythme stable pendant tout la période d'étude avec (0.01 mg/l) en parallèle les variations de dénombrement des macroinvertébrés est varié d'un mois à l'autre le mois qui contient le grand nombres des individus c'est le mois Mai avec un nombres des effectifs (Chironomes 246 individus) et (Simuliides 165 individus) et le mois qui contient le nombre faible des effectifs c'est les mois Décembre avec un nombre (10 individus).

3-11) L'oxygène dissous :

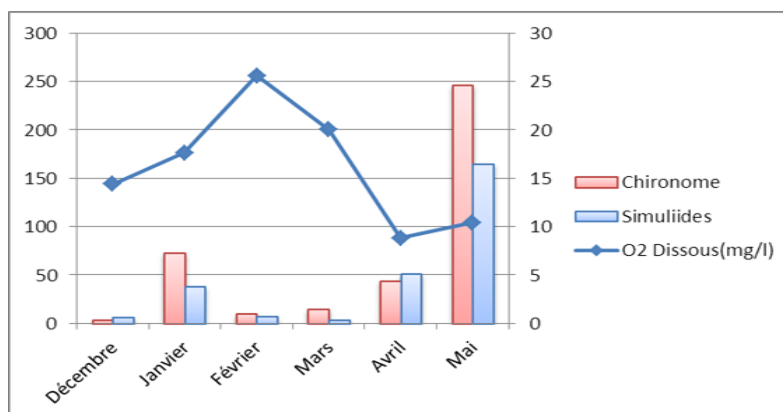


Figure 41: Effet de l'oxygène dissous sur la répartition mensuelle sur les Chironomidae et Simuliidae.

Les valeurs mensuelles de la saturation en O₂ dissous présentent une variation d'un mois à l'autre, le nombre des macroinvertebrés le plus élevés a été révélé dans le mois Mai (246 individus des Chironomes) et (Simuliides 165 individus) avec (10,4mg/l) de même mois. On remarque qu'au mois Décembre le nombre des individus avec (10 individus) avec (14.4mg/l) de teneur d'O₂ dissous de même mois.

Résultats

La corrélation et l'analyse en composants principales des différents donnés physico-chimiques et mésologiques nous a permis de faire ressortir les inter-relations existantes significativement entre ces différents paramètres donnés et de la faune de la région d'étude.

Les différents ions majeurs dosés (HCO_3^- , NO_3^- et SO_4^{--}) sont marqués qui paraissent intrecorrélées significativement entre les macroinvertébrés.

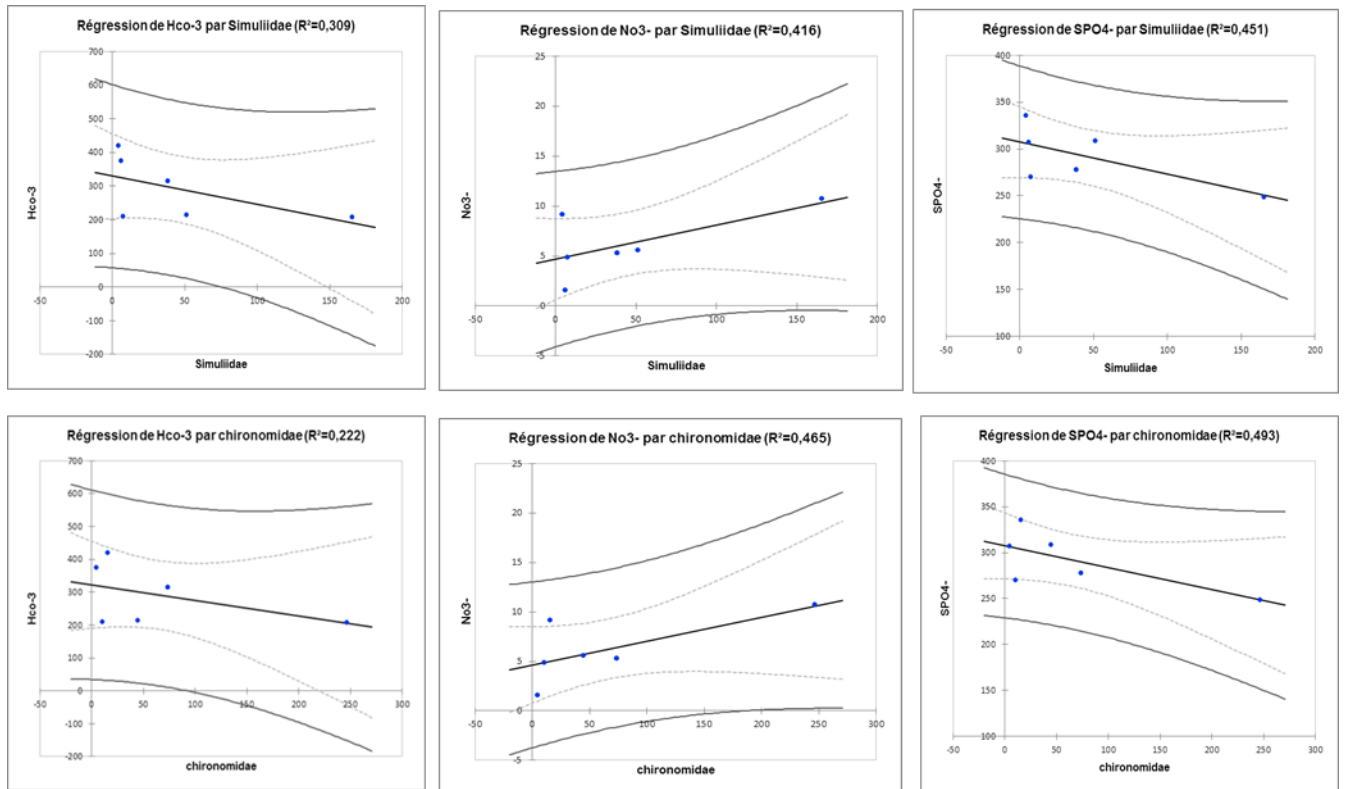


Figure 42 : La corrélation entre les HCO_3^- , NO_3^- , SO_4^{--} et les Chironomidae et les Simuliidae.

Les résultats de l'analyse des corrélations entre les 03 paramètres (NO_3^- , HCO_3^- et SO_4^{--}) les deux familles (Chironomidae, Simuliidae) montre qu'il ya une liaison positive avec des valeurs suivants :

Simuliidae/ NO_3^- : ($r = 0.64$) ; Simuliidae/ HCO_3^- : ($r = 0.55$) , Simuliidae / SO_4^{--} ($r = 0.67$).

Chironomidae / NO_3^- : ($r = 0.68$) , Chironomidae / HCO_3^- ($r = 0.47$), Chironomidae / SO_4^{--} ($r = 0.70$).

IV-1) L'étude faunistique :

Les méthodes de bioévaluation se basent sur l'étude d'organismes vivants infondés aux milieux aquatiques. Ces organismes sensibles désignés sous le terme d'indicateur biologiques ou bioindicateur et nous avons choisi comme exemple d'étude les larves et des nymphes des Diptères, Divers études ont montré que ce groupe est un matériel favorable dans les études écologiques, notamment dans l'estimations de la qualité biologique des eaux. Il se caractérise par sa grande valeur bioindicative vis-à-vis des nuisances subie par les cours d'eau, de fait que ce groupe contient une forte proposition d'espèces ayant des exigences écologiques stricts (**Alba.Tercedor & Picazo-Munoz, 1995**). Les larves des Diptères constituent le premier rang des insectes aquatiques occupent souvent les principaux biotopes des torrents, des ruisseaux, et des rivières mais leurs répartition est hétérogène. En effet, selon **Moubaled (1986)**, et elles présentent de très nombreuses adaptations morphologiques notamment aux courants rapides (**Gattolliat, 2000,2001**).

On remarque dans la zone étudiée, l'absence naturelle de couvert végétal et sa dégradation augmentent les écarts thermiques saisonniers. Ces contraintes thermiques expliqueraient aussi l'appauvrissement de la faune des cours d'eau étudiés (**Oubraim, 2002 ; Agblonon Houelome, 2016**). Aussi, **Ben moussa (2012)** signale qu'un appauvrissement taxonomique graduel, affectant tous les groupes zoologiques s'observés au le site d'étude.

Le Barrage Tajmout ou leur habitat est de nature sableuse est dominée par les taxons fousseurs (endobenthiques) tel que les Chironomidae et les Simuliidae. Généralement, une augmentation de la biomasse des macro-invertébrés est observée dans des substrats fins et riches en détritius (**De Sousa, Pinel-Alloul & al., 2008**). Les abondances observer des Chironomidae et les Simuliidae dans le site durant la période d'étude, pourrait être s'expliquer par la nature fousseuse de cette faune, qui s'adapte bien aux conditions extrêmes. Quand il y aura des fortes perturbations de certains facteurs abiotiques (comme l'assèchement).

La prédominance toute particulière pour Simuliidae et Chironomidae dans les sédiments superficiels humides (environ 5 cm). D'après **Boumezzoug (1984)**, ces abondances sont vraisemblablement liées à la matière organique et à la porosité du sol. Ce second facteur est sans doute le facteur principal qui permet la pénétration des individus dans le sol et favorise les migrations journalières et saisonnières des animaux fousseurs, Donc le milieu composé de sable nu se montre favorable et propice pour les larves des Diptères (**Sellam, 2017**).

Sans remettre en cause les effets des facteurs physiques et hydrochimiques, plusieurs résultats corroborent que les communautés faunistiques étudiées sont caractérisées par une diversité taxonomique faible dû principalement à la faible pluviosité ce qui conduit à l'augmentation des accélérations des périodes de sécheresse. Ce même résultat a été obtenu par **Karrouch(2010)**. La faune recensée dans ce travail se compose (732 individus) correspondant à 03 familles, l'effectif total du peuplement de Diptères à montrer que les Chironomidae sont les plus dominantes avec (395 individus)(53.96%) puis, nous trouvons les Simuliidae (271 individus) (37.02%) et Annélidae en 3ème classe avec (54 individus) (7.37%) puis Cératopogonidae (10 individus)(1.36%) et Coléoptera (02 individus)(0.27%) . La richesse en espèce est influencée par des conditions environnementales (**Legendre & Legendre ,1998**). La faune des Diptères était qualitativement très pauvre (au total 03 famille seulement). Dans toute la période d'étude. Si nous comparons les résultats de la variation mensuelle de nombre des individus recensés durant cette étude aux résultats de l'étude de **Sellam (2017)**, pendant les années 2012 et 2013 où cette dernière mentionne le nombre obtenues des familles recensés au Barrage Tajmoute est (23 familles) et le nombre d'individus qui peut atteindre jusqu'au (6274 individus).

Donc la faible diversité de notre Barrage peut s'expliquer par le climat aride de la région d'étude, la faible pluviosité qui peuvent accélérer la période de sécheresse. Ce qui influence négativement sur la diversité biologique qui a tendance à être faible.

En considérant la distribution temporelle des espèces les macroinvertébrés benthiques sont très affectés par leur environnement biotique et abiotique, leurs répartitions sont liées en grande partie à des facteurs environnementaux (**Richards & al., 1993 ,Tate & Heiny ,1995 , Benbour & al ., 2003**). Les paramètres qui semblent le plus influencer la répartition des espèces en milieu lotique, sont sans doute la température, le rôle de facteur thermique a été mis en évidence par différents auteurs. D'autres facteurs combinées à la température telle que la végétation bordante, la nature de substrat, en seraient responsables à la détermination de la richesse spécifique d'un cours d'eau.

En effet, ces différents d'abondances et d'occurrence de nos peuplements peuvent être expliqués par la variation climatique des régimes hydrologiques (**Mary, 1999**). Les effets des perturbations sur les organismes peuvent s'exprimer au niveau de l'espèce ou au niveau du peuplement dans son ensemble et permettent de développer différents, techniques d'étude de l'état d'un milieu (**Gimenez-Canliuero, 2001**). La majorité des données bibliographiques relatives au thème des perturbations et leurs impacts sur la structure des macroinvertébrés

benthiques concordent sur le fait que les crues et leurs fréquences peuvent avoir des effets immédiats dramatiques sur les macroinvertébrés dont la richesse en espèce diminue ainsi que la densité à l'instant où s'est produite la perturbation (**Robinson & Minshall, 1986**). Ces crues peuvent détruire les habitats naturels et en créer de nouveaux qui sont occupés par des macroinvertébrés où leurs recolonisations commencent en mois Janvier et le mois Mai qui ont également contribué à une augmentation remarquable dans la richesse globale de la communauté avec le retour des conditions d'écoulement des eaux stables, D'après **Croyle (1997)**, effectivement les crues ont aussi des effets hétérogènes sur les populations des cours d'eau, ainsi que sur les refuges qui deviennent plus nombreux. Ces crues ne modifient pas seulement la physionomie et les facteurs abiotiques des cours d'eau, mais aussi de nombreux autres facteurs, y compris l'hétérogénéité des habitats, la productivité, la répartition de ressources et les interactions biotiques. Ainsi, pour analyser la dynamique de notre peuplement des Diptères sous l'impact des deux crues qui se sont générées dans notre région d'étude.

- Les 1^{ère} crue: en 07 Octobre 2016 sont les fortes pluies orageuses qui ont provoqué des inondations à Laghouat et aussi une pollution physique sur le Barrage Tajmoute c'est-à-dire changement de la forme de lit de notre Barrage.

Le débordement de l'Oued M'zi, dans la région de Laghouat, n'a pas causé uniquement des dégâts matériels considérables, dont l'effondrement de deux ponts et l'inondation d'exploitations agricoles outre plusieurs familles sinistrées, beaucoup de citoyens craignent une catastrophe écologique (dommage écologique).

En effet, il n'a pas échappé à la grande foule massée devant l'Oued M'zi en crue, en sentir une odeur d'hydrocarbures flattant dans l'air après décrue, plusieurs citoyens, dont des agriculteurs ont pu remarquer une couche de substance bitumée, d'une épaisseur dépassant parfois plus d'un centimètre, ce sont des couches d'huiles flottantes de couleur noire.

Sachant que les zones bourdement polluées peuvent le rester pendant moins 30 ans il semble qu'un plan d'urgence de restauration environnementale doit être mis en place d'après le journaliste **Bouhamam.A, 2016**.



Figure 43: La crue d'Octobre 2016 (inondation de Barrage).

- La 2^{ème} crue : en 17 Octobre 2018 c'est deuxième forte crue dès que la quantité d'eau précipitée à la surface du sol dépasse quelques dixièmes de millimètres, le ruissellement commence. Les ruissellements sont associés à des phénomènes d'érosion hydrique et d'entraînement de particules ainsi mobilisées. La capacité de la pluie à éroder les sols non revêtus et à mobiliser les polluants accumulés sur les surfaces imperméables semble dépendre de sa granulométrie (taille et énergie cinétique des gouttes) et de son intensité instantanée sur des pas de temps très courts, l'essentiel des particules étant arraché sous l'impact direct des gouttes de pluie.

Seules les particules de faible dimension sont susceptibles d'être entraînées par le ruissellement. (Artieres, 1987), donc leurs dégradations des habitats et leur fragmentations peuvent causer des graves problèmes sur les populations aquatiques.

D'après Sala & al. (2000), les 3 principaux facteurs de dégradation de ces écosystèmes sont l'usage des sols, le climat et les échanges biotiques, si les milieux lotiques constituent les écosystèmes les plus sensibles au changement climatique – à travers l'augmentation de la température ce qui influence négativement sur la diversité biologique qui a tendance à être faible. et la modification du cycle de l'eau – et aux usages liés aux activités humaines – majoritairement concentrées le long des cours d'eau à l'échelle du globe (Poff & al ., 1997 ; Sala & al., 2000 ; Allan & al., 2004 ; Allan & al., 2005).

En outre, Les paramètres physico-chimiques des eaux (Conductivité électriques, Salinité, Chlorure), jouent un rôle non moins négligeable dans la répartition et l'abondance de nos espèces.

À ces conditions s'ajoutent et se combinent tous les effets naturelles (autres perturbation hydrologiques et crues) et les activités anthropiques (rejets domestiques, déjections animales, pâturage) qui se traduisent par l'altération des habitats des cours d'eau et par voie de conséquences par une réduction dès la biodiversité biologique de les milieux (**Kaushal & al.,2010**).

IV-2) L'étude paramètres physicochimiques et mésologique :

La nature physico-chimique des eaux et les caractéristiques mésologiques des cours d'eau expliquent la présence ou l'absence de certaines espèces animales et conditionnement leurs développement (**Tuffery ,1980**).En effet chaque organisme est sensibles à différents facteurs abiotiques de son milieu de vie (TC°,pH, O₂ dissous ,Salinité....) et présente en générale ,des seuil de tolérance minimum et maximum pour chacun de ces facteurs.

La qualité physico-chimique de notre Barrage étudié dans la région Laghouat parait globalement normale, en dehors de la station polluée, les eaux sont d'un oxygène dissous, c'est un élément important pour le maintien de la vie aquatique est souvent employé par les organismes vivants (respiration)(**Guillaume, 2012**).

D'après résultats obtenus montre que, le taux d'O₂ dissous de l'eau de Barrage Tajmoute trop élevées où elle dépasse 25mg/l. Cette augmentation de concentration en Oxygène dissous peut nous montre que les eaux de ce Barrage sont très Oxygéné.

La concentration en oxygène dissous est également en fonction de la vitesse d'appauvrissement au milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydations et de décompositions de la matière organique dans l'eau.

La Température, et les fluctuations de ce paramètre physique généralement variable que augment d'un mois à l'autre à l'exception en mois Janvier où on remarque le pic de froid .Sont en relations avec les conditions climatiques locales et plus particulièrement avec la température de l'aire.et considérée par les scientifiques c'est le paramètre clé et le stimulateur de toute activité biologique, influe sur cette dernière dont dépend la production totale, et sur la répartition des espèces (**Hamdi & Ait Kaci, 2008**).

Les augmentations observées de pH, ce paramètre auraient forcément eu pour des conditions climatiques durant lesquelles s'est déroulée l'étude où les valeurs oscillent entre (8.06 et 8.56 mg/l), il n'est pas possible de savoir si ce résultat est dû à une homogénéisation du Barrage Tajmout à cause de niveau d'eau bas, ou s'il n'y a pas de différence entre les mois. Cette homogénéisation du Barrage Tajmoute peut également avoir eu un impact sur les peuplements de macroinvertebrés, avec une répartition anormale (faible) (**Berlemont, 2004**).

Si nous comparons la variation temporelle de ce paramètre durant l'année 2013 avec cette année on trouve que le pH de l'année 2013 est révéle entre (6.9 et 7.7) **Sellam (2017)**.

Cette alcalinité serait en relation avec la circulation des eaux et l'absence d'une source de pollution réelle comme les eaux usées par exemple. et augmentation remarquable de pH peut être liée au rejet urbaine ou surpâturage. de la nature géologique du substrat (**Dussart, 1966 ; Bermond & Vuichard, 1973**). Ou bien dépend de la géochimie des roches et de l'activité biologique des sols du bassin versant (**Hamde ,2002**), et classer l'eau en trois catégories selon l'échelle adoptée par (**Hecker & al .,1996**).

En pratique, les eaux ayant un pH supérieur à 8 ou inférieur à 6 sont rares mais on peut rencontrer des pH plus élevés dans des situations d'eutrophisation d'eau parallèlement l'augmentation de l'acidité du milieu aquatique n'influence pas la croissance des macroinvertebrés selon les études (**Lopori & al,2003**).

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation, d'après les valeurs élevées de la conductivité qui montre la nature séléniteuses des eaux de site d'étude (**Nisbet & Verneaux,1970**).

Les valeurs enregistrées de la salinité qui révéle entre (1‰ et 1.1‰) suivent même rythme aucun changement entre mois à l'autre, donc on distingue que l'eau de notre Barrage est une eau douce. Dans les eaux courantes.

La teneur en magnésium dépent comme celle du calcium de la compositions des roches sédimentaires traversées par l'eau et qui due à la présence de calcaire. les valeurs élevés de magnésium à celle de calcium qui dûe à la durté des eaux de site d'étude. Les teneurs excessives des ces ions peuvent être à la nature géologie ou en relation avec la pollution des rejets urbaines. Ou le début de stagnation de l'eau de ce dernier (arrêt d'écoulement) (**Abdelhamid Bouzid, 1983**).

Généralement, les valeurs de la concentration en magnésium et en calcium des eaux de Barrage Tajmoute sont dures nettement fortes (**Vernaux & Nesbit,1970**), on peut le dire que les eaux notre Barrage ont des natures calcaire et magnésienne.

Même que les valeurs de magnésium et de calcium dépasse les normes mais les eaux elles ont une bonne qualité renferment de 250 à 355 mg en CaCO_3 . Les eaux qui dépassent 500 mg/l de CaCO_3 . présentent de sérieux inconvénients pour usage domestiques. (**A.D.E ,2012**).

Les chlourure sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles,selon **Rodier (2009)**les eaux courantes exemptes de pollution ont une teneur généralement inférieure à 25mg/l. tenure en chlorure enregistrées au Barrage Tajmoute très élevée ,ce qui exprime l'influence réelle de la pollution anthropique à l'origine (surpâturage et abreuvoirs pour les bétailles et les animaux)qui peuvent provoquer un' impact néfaste pour les eaux de station de d'étude (**REJSEK .2002**).

Dans les milieux naturels, l'alcalinité exprimée en bicarbonate (HCO_3^-) varie de (100 à 350 mg/l). (**Rodier,2009**).Dans les eaux de Barrage Tajmoute, nos concentrations en bicarbonate sont majorités supérieur à(100mg/l).La valeur de bicarbonate dans les eaux souterraines dépend surtout de la présence des minéraux bicarbonatés dans le sol et l'aquifère ,ainsi que la teneur en CO_2 de l'aire et de sol.

Elles sont responsables de la dureté aquatiques. Les principaux facteurs qui favorisent l'apparition des bicarbonates sont le déplacement vers les valeurs élevées de pH de la température et de la salinité et **Nisbet & Verneaux (1970)**.Cette forte alcalinité peut être justifiée par la pollution de cette station par le surpâturage.

D'après **Nisbet & Verneaux (1970)**,ce qui classe notre Barrage dans les eaux limite de potabilité ,eaux très séléniteuses ou fortement polluées,leurs présences résultats de la dissolution des formations gypseuses et de l'oxydation de sulfures répandus dans les couches géologiques.Les sulfates ,composée naturels des eaux ,sont liés aux cations majeurs (calcium, potassium et sodium)(**Brémond & Vuichard,1973**).

Les sulfates présentent des teneurs moins irrégulières par apports aux teneurs des chlorures ,varient surtout durant la période pluvieuse (**Melghit.2012**).

L'azote se dissout aisément dans les systèmes aquatiques et se convertit alors en formes aqueuses : ion nitrate (NO_3^-), ammoniac (NH_3) et selon le pH. Ce sont ces éléments qui ont

le plus grand impact sur les milieux aquatiques car ils sont directement disponibles et assimilables par les organismes simples (Angerville, 2009). Ces apports supplémentaires en nutriments pouvant entraîner des poussées d'eutrophisation qui se caractérisent par des efflorescences de phytoplancton (bloom algal) toxiques ou non qui accaparent l'oxygène. Cette situation d'anoxie peut entraîner une dégradation de la qualité des milieux aquatiques, une chute de la biodiversité et à terme la mort de tous les organismes aquatiques aérobies. D'après les paramètres signalent la pollution motionnent des teneurs en nitrites inférieure à (1mg/l) durant toute la période d'étude. On peut expliquer que notre site ne pas polluée puisque d'après L'O.M.S sans indiquer de valeur, préconise que la teneur en nitrite de l'eau potable est nettement inférieure à (1 mg/l).

A-propos les teneurs de nitrate qui sont supérieure à 10 mg/l peut être en relation avec Les activités agricoles sont bien marquées, l'élevage des Bovins, l'agriculture moderne dans le Barrage Tajmoute ainsi que les activités pastorales dans les régions steppiques, augmentent la quantité des éléments eutrophisants (Nitrate) induisant un déséquilibre sur la faune et la flore aquatique.

IV-3) l'étude de corrélation entre paramètres physico-chimiques et macrosinvertébrés :

D'après les fluctuations de TC° qui suite avec une fluctuation de nombre des individus des marcoinvertébrés. Par exemple chez notre cas quand les eaux sont chaudes, les des Simuliidae et Chironomidae sont nombreuses par contre chez le cas de Diatomées elle favorisent les eaux froides comme la température hivernale de l'eau augmente, nous constatons qu'il y a moins de Diatomées dans l'eau (Beans & al.,2008).On discute la composition faunistiques des Diptères que ce sont des poïkilothermes et ça prouve nos résultats que le nombre des individus est (472) au mois Mai avec une valeur de TC° (22°) et (111 individus) au mois Janvier avec une TC° (04°),Elles peuvent adapter tous types des milieux et les températures .Dans les cours d'eau de la Kabylie (Lounaci ,2011) fait des études sur les Diptères sont de loin les espèces les plus abondantes et la plus fréquentes ou les larves et les nymphes se trouvent dans les secteurs proches à l'assèchement ,riche en matières organiques et en algues filamenteuses ,où les températures peuvent atteindre 33C°ces études proportionnelles avec nos résultats .

Donc d'après nos résultats on a conclus que la TC° n'influence pas sur la répartition de notre macroinvertébrés.

Nos résultats montre que les macroinvertebrés se trouvent dans les milieux a pH alcalin avec le nombre (95 individus) au mois Avril avec une valeur de pH (8.6) et (472 individus) au mois Mai avec une valeur (8.56) , Si nous comparons la variations temporelle de ce paramètre cette par-à-port les variations temporelle de l'année 2013 montre que la valeur de pH de ce Barrage révéle entre(7.7 et 6.9) .l'augmentation de taux de pH de cette année dépendant des conditions naturelles du milieu, telles, la nature des roches et du substrat pédologique. inversement aux autre étude sur les Diptères en France dans le bassin des Vosges notent une acido-sensibilité de certains taxons tels que les Empididae et Athericidae (**Lopori & al.,2003**) ou encore une acido-tolérance chez Diatomées (**Daimond & al.,1987**).Cependant la très grande majorité des études qui concernent les Simuliidae et les Chironomidae. Cette dernière représente une famille extrême vaste (**Manley & al.,2001**) en effet la même chose (**Raddum & Saeter, 1981**) observent une augmentation de la diversité des Chironomidae et Simuliidae dans les lacs norvégiens.

Nos résultats Ça prouvent que les Diptères s'adaptent les milieux alcalins, donc le pH influence sur la répartition de macroinvertebrés.

Les résultats obtenus, le taux élevé de la conductivité de l'eau de Barrage Tajmoute avec le nombre élevé de Chironomes et les Simuliides montrent que la concentration en conductivité n'influence pas sur la répartition des macroinvertebrés .Comme chez le cas **d'Egborge (1974)** trouvé que la production de phytoplancton est étroitement liée avec la conductivité (**Welcomme ,1973**).

Selon les teneurs du la salinité, on observe que soit l'augmentation de le nombre des individus ou bien diminution été en parallèle avec les valeurs de la salinité(les valeurs stables).Donc nos résultats montrent que la salinité n'influence pas sur la répartition de notre macroinvertebrés. Les mesures de ce paramètre constituent de bons indicateurs de la santé des écosystèmes (**Magurran, 1988**).

Le teneur de calcium sont très élevées oscillent entre (300 et 352.704 mg/l) avec un nombre des macrosinvertébrés (111 à 472 individus). Nos résultats montrent que le secteur de ce station présente une biocénose composée d'organismes polluo-résistants (Chironomidae et Simuliidae) qui sont des taxons endobenthique et tolérants à la pollution organique, ils supportent de fortes teneurs calcium dans l'eau et la perturbation des sédiments (modification du substrat).

Donc on distingue que le nombre des macroinsectes d'un mois à l'autre avec leurs croissances montrent que le calcium n'influence pas sur la répartition de ses derniers.

Les concentrations en magnésium de l'eau de Barrage Tajmoute étaient supérieures à (60mg/l) et augmentaient jusqu'à (114.304 mg/l) en parallèle diminution proportionnelle de nombres des individus. Donc d'après les résultats obtenus, on a conclu que la concentration élevée de magnésium peut n'influencer pas puisque nos macroinsectes se sont des espèces polluorésistants. (**Fagrouch & al., 2011**).

La teneur de chlorure varie d'un mois à l'autre mais leur augmentation qui peut atteindre jusqu'à (411.8 mg/l) en mois Mai avec un nombre des individus (246 individus). Donc le composant de chlorure n'influence pas sur le dénombrement de nos espèces. Donc on suppose que les macroinsectes surtout les Chironomidae ce sont des polysaprophytes.

D'autres études confirment notre hypothèse en fait que les Diptères présentent des espèces caractéristiques des eaux propres, cependant, la majorité peuvent supporter des niveaux de contaminations entre moyenne est élevés (**Gonzalez Del Tanago & Garcia De Jalon, 1984 ; Garcia De Jalon Del Tanago, 1986**). La famille des Chironomidae regroupe le plus grand nombre d'espèces tolérantes (**Helawell, 1986**), et même des espèces typiques des eaux eutrophiques (à côté de la famille des Syrphidae et les Oligochètes) les larves des Chironomidae substituent, en aval des rejets de nature organique.

La forte pollution entraîne la disparition des taxons sensibles à la pollution et la prolifération des taxons résistants à la pollution. Il s'agit principalement des Oligochètes, et des Diptères Chironomes (**Dumnicka, 2002**) et (**Grzybkowska, 1993**) ont montré l'augmentation de la densité des Oligochètes et des Chironomidae dans les rivières affectés par la pollution organique. Les Chironomidae sont plus tolérants à la pollution et peuvent avoir des mécanismes de recolonisation plus efficaces (**Pires & al., 2000**). De même (**Guidicelli & al., 1981**) ont montré que la pollution se traduit principalement par une augmentation de la densité des communautés des habitats lénitiques (Diptères et Oligochètes) ou se dépose la matière organique.

Donc on a compris que les valeurs des chlorures n'influencent pas sur les répartitions des macroinsectes.

Selon la valeur de bicarbonate et le nombre des individus. On remarque chaque augmentation du nombre des effectifs liée inversement avec la diminution des teneurs valeur

de bicarbonate, donc nous concluons que le carbonate influencer sur la répartition des macroinvertebrés.

En effet, les Chironomidae et les Simuliidae sont connus pour être capables de vivre dans des milieux eutrophes, dont la qualité des habitats est médiocre (**De Sousa, Pinel-Alloul & al., 2008**). Cette forte alcalinité peut être justifiée par la forte pollution de cette station par les rejets urbains et surpâturage .

La concentration en sulfate des eaux de Barrage Tajmoute présentent une variations de concentration d'un mois à l'autre qui ont une relation inversible avec le nombre des individus .On distingue que le cours d'eau de Barrage Tajmoute est fortement sulfurique. Cette concentration iinfluencé négativement sur la répartition des macroinvertebrés.

Les teneurs de nitrate on remarque chaque augmentation des valeurs des nitrates suivent par une augmentation de nombres des individus des macroinvertebrés. On remarque au mois (10.74 mg/l) en mois de Mai qui attiennent un nombre des individus (472 individus). Selon les résultats obtenus on remarque que la tenure de nitrate liée étroitement avec les nombre des individus. Donc le nitrate influence positivement sur la répartition des macroinvertebrés.

La variation de taux d'oxygène d'un mois à l'autre lié inversement avec le nombre des macroinvertebrés, portant les Simuliidae favorisent les milieux trop oxygéné. Dans ce cas, l'adaptation de ce dernier aux nouvelles conditions du milieu constitue un moyen de lutter activement contre la perturbation écologique. Des études récentes ont ainsi mis en évidence des modifications génétiques héréditaires en réponse au changement climatique chez des populations animales telles que des Mammifères, des Oiseaux ou des Insectes (Diptères). Ces « macroévolutions » permettent notamment aux populations de faire face à l'altération du timing d'évènements saisonniers en adaptant leurs cycles de développement, de reproduction, de dormance et/ou de migration (**Bradshaw & Holzapfel, 2006**).

Une étude faite au Canada dans les années 90 que les larves des Chironomidae peuvent survie à l'hypoxie bien que leurs survie ou leurs croissance puissent être diminuées si la teneur en oxygène dissous reste longtemps supérieure à 25 à 35 mg/l, (**Vsepa, 1991**).

Si nous comparons la variation temporelle de ce paramètre durant l'année 2013 est plus que celles de 2019 notre période d'étude. Où les valeurs mentionnées en 2013 ne dépassé pas (5 mg/l) puisque la faune était trop riche par les macroinvertebrés (**Sellam, 2017**). Par contre le teneur de l'oxygène de cette année trop élevé (25.6 mg/l) qui dépasse les normes donc

s'explique que notre site est très pauvre en biodiversité c'est-à-dire une diminution de la consommation de l'oxygène par les organismes vivants (soit algue, soit macrosinvertébrés). Donc on conclut que le taux d'oxygène influence sur la répartition des macrosinvertébrés.

Les inter-relations des ions majeurs (HCO_3^- , NO_3^- et SO_4^{--}) obtenus montrent que leurs minéralisations s'expriment à une corrélation entre eux et les Chironomidae et les Simuliidae.

La corrélation positive a été observée entre les paramètres indicateurs d'une pollution d'origine anthropique provenant essentiellement arborescences des animaux et le surpâturage et aussi la nature des substrats.

Si nous comparons la corrélation de ces paramètres (HCO_3^- /Chironomidae = -0.174) (NO_3^- /Chironomidae = -0.035) (SO_4^{--} /Chironomidae = -0.070) durant l'année 2013 **Sellam (2017)** avec cette année on trouve que la corrélation non significative par rapport cette année.

Les niveaux de liaisons des restes des paramètres sont généralement faibles et ne présentent pas de corrélations significatives entre eux et les macroinvertébrés.

Conclusion

La problématique principale de ce travail est la bioévaluation des cours d'eau de la région de Laghouat à travers la caractérisation de la qualité physicochimique de Barrage Tajmoute.

L'étude de la qualité physicochimique des eaux de Barrage prospectées le long de 06 mois d'études grâce à des représentations de la variabilité temporelle de différents paramètres physicochimiques mesurés et des analyses statistiques.

Cependant, l'étude de la diversité biologique des macroinvertébrés dans la même station par divers indices écologiques et l'analyse de la répartition temporelle de ce taxon qui en cherchant l'impact des crues et leurs effets sur la recolonisation des invertébrés benthiques ainsi que l'effet des paramètres environnementaux sur cette répartition.

La qualité physicochimique des eaux de notre Barrage paraît globalement normale, en dehors de la station très polluée. Les eaux sont d'une température généralement variable qui augmente d'un mois à l'autre, d'un pH basique de 8.06 et 8.56 expliquant les concentrations importantes en bicarbonate et d'une très bonne oxygénation 8 à 25 mg/l. Les valeurs de la conductivité suivent le même rythme de changement d'un mois à l'autre. Les résultats de la conductivité sont d'une valeur qui oscille entre 2161 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 2237 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et les valeurs de salinité qui suivent le même rythme chaque mois.

La minéralisation globale exprimée par la concentration moyenne en conductivité 2206.83 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et en salinité 1.08‰, en calcium 333.557 mg/l et magnésium 406.93 mg/l en chlorure 353.53 mg/l, en sulfate 291.82 mg/l et en bicarbonate 291.27 mg/l est moyenne importante de plus part de temps de notre étude. Elle reflète l'origine issue du lessivage de terrain géologique de notre Barrage. En générale les eaux sont dures.

Le paramètre signalant la pollution montre que la teneur moyenne de nitrate 6.22 mg/l qui est dû à l'activité d'agriculture et le surpâturage et aussi déjections humaines.

La valeur moyenne de saturation en O₂ 16.13 mg/l due à la diminution de consommation de ce dernier donc se signifie que notre milieu aquatique est très pauvre en biodiversité.

La faune totale inventoriée dans la présente étude consiste une faible fraction de la faune récoltée de région aride, puisqu'il couvre seulement une station. La biodiversité des macroinvertébrés est très faible qui est dû principalement à l'effet des crues et leur pollution physique ce qui conduit à la diminution de la période de recolonisation où dans notre site

Conclusion

d'étude ce commence cette dernière seulement à partir le mois de Janvier et aussi l'effet de dégradation de la végétation .La faune recensé dans ce travail se compose (732 individus) correspondant à 03 famille seulement ,l'effectif total du peuplement des macroinvertebrés montre que les Chironomes (53.92%)(392 individus),les Simuliides (37.02%)(271 individus),puis nous trouvons les Annélides (7.3%)(54 individus)et les Cératopoganides et Les Coléoptères sont qui contient la plus faible effectif (1.36%)(10 individus)et (0.27%)(02individus),la faune des macrosinvertébrés était qualitativement très pauvre (au total 03 famille)durant toute la période d'étude ,à l'exception le mois de Mai qui observe une augmentation dans le nombre des individus.

Les résultats obtenus après les analyses de la composition taxonomique des macrosinvertébrés de Barrage Tajmoute par des indices écologiques de structure et de diversité montre que aucune variabilité les mois de période d'étude ,l'abondance relatif totale et d'occurrence et similitude obtenue qui montre que les Chironomes et les Simuliides qui sont les plus abondants durant la période d'étude, on note une absence totale du groupe polluosensible (les Plécoptères) dans le site d'étude, et après les testes et les analyses physico-chimiques qui montre que il y'a des certaines paramètres qui peuvent influencer soit positivement ou négativement sur la répartition des Diptères telles que (bicarbonate , sulfate et nitrate) .

En effet, la station d'étude soumises aux pollutions qui dues à une activité d'agriculture et les rejets urbaines et aussi le surpâturage se caractérisent par le développement de certains groupes zoologiques polluo-résistants, principalement les Diptères, au détriment des autres groupes. Par contre, les autres stations, éloignées des sources de pollution, se caractérisent par une réapparition de certains taxons qui tolèrent une certaine charge organique, tels que les Ephéméroptères (*Baetis* sp.) comme le cas de source Milok, les Crustacés (*Gammarus* sp. Et *Athyaephyra desmarestii*), les Trichoptères (*Hydropsyche maroccana*). L'exposition des eaux du bassin hydrographique du Barrage Tajmoute aux différentes sources de pollution contribue ainsi, à l'installation de conditions défavorables à la présence d'un peuplement très diversifié.

Cependant, nous avons pu constater que le rétablissement du peuplement, malgré les dégâts causés par les crues, est rapide pour les Diptères ont pu subsister dans toutes la période d'étude prospectées, la famille de Chironomes et Simuliides.

Conclusion

Donc d'après l'analyse de la répartition des Diptères en fonction des paramètres physicochimiques montre que notre peuplement à large répartition peuvent subsister quelque les conditions du milieu.

Enfin, il faut faire de recherches devraient surtout être menées sur des périodes plus longues et plus régulières afin d'assurer un suivi rigoureux et de pallier à d'éventuelles perturbations bioécologiques des eaux de site d'étude.

-A-

- **Abdelguerfi.A,(2003).**Evaluation des besoins en matière de renforcement des des capacités nécessaires à l'évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie ,projet ALG/97/G31.93P.
- **Afnor, (2004).**Qualité écologique des milieux aquatiques. Qualité de l'eau. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN), Association française de normalisation Norme homologuée ,350 :90p.
- **Angelier.E,(2000).**Ecologie des eaux courantes.1^{ière} édition ;Paris,110p.
- **Anonyme :** Agence nationale de ressources hydriques (A.N.R.H, 2014).
- **Anonyme :** Office nationale de la météorologie (O.N.M,2019).
- **Ammar.T,(2012).** La mise en place d'un Protocole d'échantillonnage des Invertébrés aquatiques adaptés aux zones amont des Oueds. Thèse de Magister-université de Tlemcen.53 :21p.
- **Arab.A,(2004).**Recherches faunistiques et écologiques sur les réseaux hydrographiques du Chélif et du bassin versant du Mazarfran. Thèse de Doctorat ,U.S.T.H ,145P.
- **Avel, M, (1959).** Classe des Annélides Oligochètes. In Grassé, P.-P. (éd.), Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie. **Masson et Cie**, Paris: 224-470p.

-B-

- **Basset.F,(2013)** .Inventaire des populations de macroinvertébrés d'eau douce, au sein de la réserve naturelle de l'Île du Girard-Rapport de stage Master 1 Sciences de l'environnement -université de France,28 :17,19p.
- **Barror et Withe ,(1970).**Clé d'identification des ordres d'insectes adulte,1-6p.
- **Barbour,(1999).**Rapide Boiassessement protocols for use in Wadeable River .Périphyton,Benthic macroinvertebrates,and Fich,2^{ème} édition,Washington ,D.C.U.S.Environmental Protection Agency,Officeof Water ,EPA841-B-99-002,11chapitres ,4annexes.
- **Bebba.N,(2016).**Imapct des paramètres environnementaux et distribution spatio-temporelle des Ephemeroptères dans les Oueds de Biskra et Batna-Thèse de doctorat-université Sétif.225 :1,10,111,119,120,164,167,168p.
- **Boutin.C , Boulal.M ,1988.**Importance dans les zones arides et semi arides , de la biodiversité des faunes aquatiques.

Références bibliographiques

- **Blondel.J,(1979).**Biogéographie et écologie –Collection d'écologie .Ed,Mason,Paris,173p.

-C-

- **Chaumeton,(2002).**Faune de France ,Invertébrés d'eau douce .Ouvrage collectif crée par losange (Edition Artémis),143p.
- **Cummins ,(1973).**Trophic relation of the aquatic insects.Annals Revunes Entomologique,18 :183-206p.
- **Cummins et Klug,(1979).**Feeding ecology of stream invertebrates .Annul Review of ecologie and systematic,10 :147-172p.

-D-

- **Dajoz.R,(2003).**Précis d'écologie.Ed .Doundo,Paris,615p.
- **Dajoz.R,(1975).** Précis d'écologie.Ed .Doundo,Paris,549p.
- **Dajoz.R,(1985).** Précis d'écologie.Ed .Doundo,Paris,551p.
- **Daphné.T,(2008).**Utilisation des macroinvertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec .Faculté des sciences de l'agricultire et de l'alimentation université Laval,41p.
- **Delattre.C,(2012).**Les macroinvertébrés benthiques d'eau douce Sorbonne Université PARIS,10p.

-E-

- **Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology (2015).** Etude des Macroinvertébrés (Gastéropodes,Diptères et Odonates) des marais de Smir-Restinga (Nord-Ouest du Maroc).68:20p.

-F-

- **F. Zougaghe & A. Moali,2009.** VariabilitÉ structurelle des peuplements de macroinvertÉbrÉS benthiques dans le bassin versant de la Soummam (AlgÉrie, Afrique du Nord) 321 :306p
- **Floury.M ,(2013).**Analyse des tendance d'evolution de peuplement de macroinvertébrés benthiques dans un contexte rechauffement des eaux.Thèse de Doctorat-université d'Auvergne,276 :15,20,21p.
- **François .G.(1992).** L'acidification des ooiirsnjau impact sur les peuplemnts de macroinvertébrés benthiques : Application au massif vosgien 262 :30p

Références bibliographiques

- **Frontier.S,Pichod-Viale.D,Leprêtre.A,Davoult.D,Luczak.C, (2008).**Écosystème structure ,fonctionnement , Évolution.Edition Dunod , Paris ,2004 pour la précédente édition 488 :81,86,87p.

-G-

- **Gagneur, J., Giani, N. & E. Martínez-Ansemil, (1986).** Les Oligochètes aquatiques d'Algérie. Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse 122 : 119-124p.
- **Gagnon .E et Pedneau.J,(2006).**Sur vol Benthos ,guide du volontaire,programme de surveillance volontaire des petits cours d'eau.CVRB,Québec.Canada.
- **Giani, N., (1984).** Contribution à l'étude de la faune d'eau douce et plus particulièrement des Oligochètes. II – Les oligochètes aquatiques : taxonomie, répartition et écologie. **Thèse de doctorat d'Etat, Université Paul Sabatier, Toulouse, 190 p.**

-K-

- **Kaabeche.M,(1990).**Les groupements végétaux de la Région de Bou-Saada .Essai de synthèse sur la végétation steppique du Mghreb.Thèse de Doctorat.es Sce .Univertsité .Paris.France.Sces.Orsay.

-H-

- **Hade.A,(2002).**Nos lacs-les connaîtres pour mieux les protège .Éditions Fides ,360p.
- **Haouchine.S,(2011).**Recherches sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie.Thèse de Magister-université de Tizi ouzou 157 :37,54p.

-I-

- **In(Zouggaghe.F,2010),Barbault.R,(1981).**Ecologie des populations et des peuplements .Des théories aux faits Masson,Paris,200p.
- **In(Zouggaghe.F,2010),Cummins.K.W,(1973).**Trophic relation of aquatic insects .Annals Revues Entomologique,18 :183-206p.
- **In(Zouggaghe.F,2010),Cummins.K.W et Klug.M.J,(1979)**-Feeding ecology of stream invertebrates.Annul review of ecology and systematics,10 :147-172p.

-L-

- **Lounaci.A,(2005).**Les macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie :faunistique et écologie et répartition.

-M-

- **Moisan , J.(2006).**Guide d'identification des macroinvertébrés 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,82p.
- **Moisan , J.,et L Pelletier.,(2008).**Guide de surveillance biologique basée sur la macro invertébrés benthique d'eau douce du Québec Cours d'eau peu profond à substrat grossier,2008.Direction du suivi de l'état de l'environnement ,ministère du Développement durable ,de l'environnement et des parcs ,86p
- **Moisan,J.(2010).**Guide d'identification des principales macro invrtébrés benthiques d'eau douce 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,82p.
- **Melhaoui.M,(2009).**Echantillonnages et l'étude des macroinvertébrés de la moulouya ,projet UCIN,40p.

-N-

- **Nathalie.S.,(2017).** Macroinvertébrés benthiques et hyphomycètes aquatiques : diversité et implication dans le fonctionnement écosystémique des cours d'eau de Guinée 249:33p.
- **Nisbet .M & Verneaux .J.,(1970).** Composant chimiques des eaux courantes discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques.189 :164,166,168,170,175.

-O-

- **Office National de la Météorologie(O.N.M),(2011).**Bulletin d'information climatique.Centre climatique national ,Khneg.Laghouat.3p.
- **Office National de la Météorologie(O.N.M),(2017).**Donnée météologique de Laghouat .(2017).

-P-

- **Prevot, G., Prevot, R. (1986).** Impact d'une crue sur la communauté d'invertébrés de la Moyenne Durance. Rôle de la dérive dans la reconstitution du peuplement du chenal principal. Annales de Limnologie,22:89-98p.

-R-

- **Robinson, C.T., Aebisher, R., Uehlinger, U. (2004).** Immediate and habitat-specific responses of macroinvertebrates to sequential, experimental floods. *Am. Benthol. Soc*, 23:853–867p.
- **Ramade.F,(2003).**Éléments d'écologie ,écologie fondamentale ,3^{ème} édition DOUNOD.Paris,339p.

-S-

- **Sellam.N ,(2017).**Etude de la structure du peuplement des Macroinvertébrés benthiques dans différents étages bioclimatiques en Algérie-Thèse du doctorat -université de Béjaia .107p.
- **Sellam.N, Viñolas.A ,Zouggaghe. F, Moulai.R,(2016).** L'utilisation des Coleoptera, Ephemeroptera et Diptera comme bioindicateurs de la qualite des eaux de quelques Oueds en Algérie,56p.

-T-

- **Tachet.H,Richoux.p,Bournaud.M,Usseglio,P,(2002).**Invertébrés D'eau douce systématique,biologie,écologie,Paris,CNRS Édition ,578p.
- **Tenkiano.N,(2017).** Macroinvertébrés benthiques et hyphomycètes aquatiques : diversité et implication dans le fonctionnement écosystème des cours d'eau de Guinée.Thèse de Doctorat-université de Toulouse.France,249 :33p.
- **Touhari.F,Mehaiguene.M.(2017).**Etude de la qualité des Eaux de la Vallée de Haut cheliff(Algérie),Éditions universitaires européennes.198p.

-Y-

- **YANNIS .F. ,(2003).** Évaluation de l'impact des rejets urbains de temps de pluie sur le compartiment algal des écosystèmes aquatiques. Mise au point d'outils pour la surveillance des milieux récepteurs. 245 :43,46p.

-Z-

- **Zouggah.F,(2010).**Etude des communautés des macro invertébrés benthiques dans le bassin soummam.Thèse de doctorat,Univertsité A.Mira-Bejaia,191p.

Annexe I

Tableau 15: les résultats des paramètres physicochimiques.

moins	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
parametres						
TC°	20°	04°	12°	19°	20°	22°
Profondeure	9cm	14cm	04cm	08cm	03cm	06 cm
PH	8.20	8.42	8.16	8.43	8.06	8.56
Conductivité électrique	2161 μ S/cm	2227 μ S/cm	2216 μ S/cm	2237 μ S/cm	2237 μ S/cm	2163 μ S/cm
TH	1150 mg/l	1120 mg/l	1350 mg/l	1180 mg/l	2040 mg/l	2240 mg/l
Salinité	1.1‰	1.1‰	1.1‰	1.1‰	1.1‰	1‰
Ca ⁺⁺	344 mg/l	348 mg/l	352.704mg/l	336 mg/l	300 mg/l	320.64 mg/l
Mg ⁺⁺	70.52mg/l	60.8 mg/l	114.30mg/l	82.68mg/l	65.66 mg/l	77.82 mg/l
Cl ⁻	362 mg/l	333.7mg/l	355 mg/l	347.9mg/l	340.8mg/l	411.8 mg/l
Hco ₃ ⁻	375 mg/l	316.2mg/l	210.8mg/l	421.6mg/l	215.04 mg/l	209 mg/l
SO ₄ ⁻	307 mg/l	278.4mg/l	270.09mg/l	336 mg/l	309.88 mg/l	249.6mg/l
NO ₃ ⁻	1.6 mg/l	5.3 mg/l	4.9 mg/l	9.20mg/l	5.6mg/l	10.74mg/l
Oxygène dissou \searrow	14.4 mg/l	17.6mg/l	25.6mg/l	20mg/l	8.8mg/l	10.4mg/l
NO ₂ ⁻	0.02 mg/l	0.01mg/l	00 mg/l	00 mg/l	00 mg/l	0.01 mg/l

Annexe I

Tableau 16 : liste des familles recensés.

famille	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai
Chironomidae	04	73	10	15	44	246
simuliidae	06	38	07	04	51	165
Cératopogonidae	00	00	00	00	00	10
Annélida	00	00	05	00	00	49
Coléoptéra	00	00	00	00	00	02

Le matériel utilisé au L'A.D.E :



Conductimètre



Solutions chimiques



Etuve



Photospéctromètre



Agitature



Balance électrique

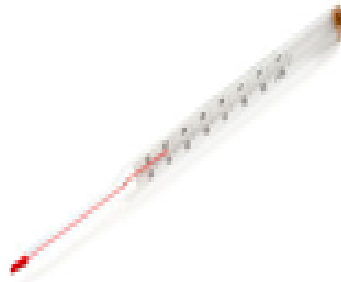


pH mètre

Le matériel utilisés au terrain :



Ph mètre



Thermomètre



Sac a dos



Bottes



Feutre indélébile

Matériel utilisé au laboratoire :



Stéréoscope



Boîte pitré



Pissette d'ethanol



Pince fine



tubes

Photos originales de site d'étude (2019)



Figure 43 : Mois d'Avril début de scheresse.



Figure 44 : Mois de Mai.



Figure 45 : facteur anthropique de la région d'étude(photo original 2019).