

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE 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 en
Filière : Sciences Biologiques*

Option : Ecologie Végétale et Environnement

THEME

**Impact des paramètres physico-chimiques sur les macro-
invertébrés de la source de milok (Laghouat)**

Présenté par :

Trichi Imane
Hadouara Zouleykha

Devant le jury :

Chaibi Rachid Maitre de conférences Classe A Président
Gharmaoui Med Maitre de conférences Classe B Examineur
Sellam Nassima Maitre de conférences Classe B Rapporteur

Soutenu publiquement le :16/06/2019.

Remerciements

L'aboutissement de notre travail est le fruit d'une longue persévérance, nous l'avons réalisé par la grâce de notre créateur « ALLAH », source de notre motivation et de notre patience.

Nous remercions tout particulièrement Madame Sellem Nassima ; Professeur de Science de biologie ; pour son encadrement, ses précieux conseils, ainsi que ses encouragements et confiance qu'elle nous a témoignés tout au long de ce travail.

Mes très vifs remerciements vont aussi Monsieur CHAIBI RACHIDE; Chef département de biologie de l'université AMAR TĒLIDJI LAGHOUAT, d'avoir accepté de nous faire l'honneur de présider ce jury.

nous voudrions également remercier Monsieur GHERMAOUI MOHAMMED ; Professeur à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, de l'Université AMAR TĒLIDJI LAGHOUAT ; d'avoir accepté de examiner ce travail.

Nous remercions aussi Madame HOUYOU ZOHERA ; pour sa coopération et pour nous avoir rendu service.

Nous remercions également l'ensemble du personnel de l, Algérie des eaux et plus précisément monsieur HAMADA ET MADAM DALAL qui nous a fait profiter de leur connaissances pratiques lors de la réalisation des analyses physico-chimiques des échantillons des eaux.

Au terme de ce travail, il m'est très agréable d'exprimer mes remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Merci à vous tous.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à...

Ma mère

*Sources de tendresse et d'amours pour leurs soutiens
tout le long de ma vie scolaire
qu'elle fait tout possible pour m'aider.*

Mon père

*À la personne qui j'ai étudié pour lui
à la personne qui ne me laisse jamais besoin d'aucune
chose*

A mes très chères frères : solimane, aïssa , mahdi

A mes très chères sœurs : khadra , rokaïa , souad,

*A mes nièces : roaïa , ritaje , khadija , et mes neveux
Ziene abdine , Dhaïa dîne , mohamed taha*

A tout la grande famille : Hadouara

*Je n'oublie pas toutes mes collègues et mes aïmes :
halima , azza , zaineb, soumaï, om kheltome, fatna,
souad, zahra, mebaraka zahira, khadija
farida, sara, bouchra, fatna.*

A ma collègue d'étude : Imane trichi

A tous la promo de Ecologie Végétal

A toutes les personnes qui me connaissent

Zouleykha

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes Très chers parents. C'est Très difficile d'exprimer mes sentiments envers eux par de simples mots ; merci pour votre amour, votre affection, vos encouragements, vos sacrifices. Que Dieu vous garde.

Ces dédicaces vont également à mes chers frères, surtout Djaloul qui m'ont beaucoup m'aider à réaliser le travail sur le terrain.

À ma très cher sœur mon ange gardien, SAAIDA qui sans elle je ne serais pas devenu ce que je suis aujourd'hui.

A ma cher soeur ZINEB et son mari et leurs merveilleux enfants Saïf et Ilaf je prie Dieu de les protéger

A tout la famille trichí surtout Hadjer et Rabiaa

A mes meilleures amis AMINA DJANANE , AMINA CHADLI

A MON AMI ET MON BINOM ZOULYKHA.

A tous mes amis et mes collègues des Promotion 2018 -2019.

A tous ceux qui m'ont aidé et encouragé pour l'élaboration de ce mémoire.

Imane

Résumé

Résumé

L'objectif de Cette étude est la connaissance des effets paramètres physico-chimiques tel que : la température ; le pH, la conductivité, salinité, l'oxygène dissous, le calcium ; le magnésium, le nitrate, le sulfate, le chlorure, le bicarbonate, la vitesse. Sur la communauté des macroinvertébrés benthiques, dans la source de Milok de la région de Laghouat, notre étude a été entamée durant quatre mois allant de février jusqu'au Mai de l'année 2019.

L'étude faunistiques nous a permis de recenser un totale de 5500 individus répartis en 7 groupe zoologiques (les éphéméroptères, les Trichoptères, les Diptères, les coléoptères, Gastropodes, les Hétéroptères, Némathomorpha.) et 12 familles, tel que : Baetidae, Hydropsychidae, Chironomidae, Hydromidae , Hydrobiidae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Elmidae, Hydrophidae, Némathodes et deux famille indéterminé). d'après les résultats obtenus confirment que les macroinvertébrés peuvent être confiné aux habitats à courants rapides, milieux de bonne d'oxygénation, et discerner une grande adaptation aux eaux séléniteuse, et montrent que l'eau de la source de Milok est douce et dure.

Les mots clés: Paramètres physico-chimiques, Source de milok, Laghouat, les macroinvertébrés,

Abstract:

The objective of the knowledge of the physicochemical parameters such as: temperature; pH; conductivity; salinity, dissolved oxygen; calcium; magnesium;; nitrate;; sulfate; chloride; bicarbonate; vitesse on the pattern of the comminuted of the benthic Macro-invertebrates, in the source of Milok of the area of Laghouat, our study was started for four months from February to May or year 2019.

the faunistic study enabled us to count a total of 5502 individuals divided into seven zoological groups (les éphéméroptères, les Trichoptères, les Diptères, les coléoptères, Gastropodes, les Hétéroptères, Némathomorpha.) and thirteen families : Baetidaes, Hydropsychidae, Chironomidae, Hydromidae , Hydrobiidae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Elmidae, Hydrophidae, Némathodes et deux famille indéterminé the results obtained confirm that the macro-invertebrates can cofine with the habitats with

Résumé

fast currents, mediums of good of oxygenation, and to distinguish a great gypsum adaptation to waters.

Key words : parameters physico-chemical, Milok source ,Laghouat , Macro-invertebrates.

التلخيص :

الهدف من هذه الدراسة هو التعرف على تأثير العوامل الفيزيو-كيميائية : الحرارة, وسعة الهيدروجين, الناقلية, الملوحة, الأوكسجين المذاب, الكالسيوم, المغنسيوم, النترات, الكبريتات, البيكربونات السرعة على توزيع مجتمع اللافقريات الكبيرة القاعية في منبع عين الميلىق منطقة الأغواط . دراستنا تمت فترة أربعة أشهر من فيفري إلى ماي من سنة 2019

من خلال الدراسة الحيوانية حددنا 5500 فرد مقسمة إلى سبعة مجموعات حيوانية

les éphéméroptères, les Trichoptères, les Diptères, les coléoptères, و 13 عائلة من خلال النتائج المحصل عليها نؤكد Gastropodes, les Hétéroptères, Némathomorpha. Baetidae, Hydropsychidae, Chironomidae, Hydromidae , يمكن Hydrobiidae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Elmidae, Hydrophidae, Némathodes et deux famille indéterminé أن تتلاءم مع التيارات السريعة, و الأوساط ذات الأوكسجين الجيد, وتتميز بتأقلمها الكبير مع المياه السلينتية

الكلمات المفتاحية

العوامل الفيزيو- كيميائية و منبع الميلىق والاغواط والافقريات الكبيرة القاعية.

Liste des tableaux

Liste des Tableaux :

Liste des Tableaux	
Titres	Pages
Tableau 01 : moyennes mensuelles et annuelle Températures de la région de Laghouat (2008-2017).	21
Tableau 02 : moyennes mensuelles et annelle des Précipitations de la région de Laghouat (2008-2017).	22
Tableau 03 : Etage bioclimatique de la région d'étude.	24
Tableau 4 : Les différents critères de la source d'eau de Milok.	27
Tableau 05 : principales types de végétaux de la zone d'étude de Milok.	28
Tableau 06 : Méthodes d'analyses des paramètres physico-chimique.	33
Tableau 07 : Abondances taxonomiques d'invertébrés benthiques de la source d'eau Milok.	42
Tableau 07 : Richesse taxonomique des macroinvertébrés benthique de la source d'eau Milok.	43
Tableau 08 :La Corrélation entre différents paramètres physico-chimiques (pH; T°C; Cond (μ S); Salinité mg /l)et la répartition des familles Baetidae et Hydropsychidae et Chironomidae .	58
Tableau 09 :La Corrélation entre différents paramètres physico-chimiques (So_4 (Mg/l; HCO_3^-); Ca^+ (Mg/l); Cl^- (mg /l)et la répartition des familles Baetidae et Hydropsychidae et Chironomidae :	59

Liste des Figures

Figure 01 : Différents type d'écosystème aquatiques	10
Figure02 : Chaîne alimentaire aquatique	11
Figure 3 : les cycles de vie des Ephemeropteres (Landolt et <i>al</i> , 2016).	12
Figure04 : Carte des limites administratives de la wilaya de Laghouat	17
Figure05 : Carte des étages bioclimatiques de la wilaya de Laghouat (A.N.I.R.E.F, 2014).	21
Figure 06 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Laghouat.	24
Figure07 : Emplacement de la région de Laghouat sur le climagramme d'Emberger.	25
Figure08 : Une image d'étude (Milok).	26
Figure0 : Image satellitaire de la zone d'étude d'étude de Milok (Google Earth)	27
Figure9 : Echantillonneur de type Troubleau (manuelle) (Originale., 2019	30
Figure 10 : Tri et détermination des Macroinvertibre	32
Figure 12 : variation mensuelle des valeurs de la température (°C)	34
Figure 13 : variation mensuelle des valeurs de pH	35
Figure 14 : variation mensuelle des valeurs de conductivité électrique	35
Figure 15 : variation mensuelle des valeurs de Salinité	36
Figure 16 : variation mensuelle des valeurs de la profondeur	36
Figure 17 : variation mensuelle de la vitesse du courant	37
Figure 18 : variation mensuelle de l'oxygène dissous	37
Figure 19 : variation mensuelle de Calcium	38
Figure 20 : variation mensuelle de Magnésium	38
Figure 21 : variation mensuelle de Chlorures	39
Figure 22 : variation mensuelle de Sulfate	39
Figure 23 : variation mensuelle de Nitrates.	40
Figure 24 : variation mensuelle de Bicarbonates	40
Figure25 : Abondance relative des groupes faunistique dans la source de Milok	44
Figure24 : Répartition des familles recensées au cours du mois de Février dans la source de Milok	45

Figure25 : Répartition des familles recensées au cours du mois de Mars dans la source de Milok	45
Figure26 : Répartition des familles recensées au cours du mois d'Avril dans la source de Milok	46
Figure27 : Répartition des familles recensées au cours du mois de Mai dans la source de Milok	47
Figure28 : variation mensuelle des valeurs de T° et le nombre de <i>Baetidae</i>	51
Figure29 : variation mensuelle des valeurs de conductivité et le nombre de <i>Baetidae</i>	51
Figure30 : variation mensuelle des valeurs de PH et nombre de <i>Baetidae</i>	51
Figure31 : variation mensuelle des valeurs de salinité et nombre de <i>Baetidae</i>	51
Figure32 : variation mensuelle des valeurs d'O2dissous et nombre de <i>Baetidae</i>	52
Figure33 : variation mensuelle des valeurs de ca+ et nombre de <i>Baetidae</i>	52
Figure34 : variation mensuelle des valeurs de cl- et nombre de <i>Baetidae</i>	52
Figure35 : variation mensuelle des valeurs de Nitrate (No3-) et nombre de <i>Baetidae</i>	52
Figure36 : variation mensuelle des valeur de Mg+ et nombre de <i>Baetidae</i>	52
Figure37 : variation mensuelle des valeurs de SO4 et nombre de <i>Baetidae</i>	52
Figure38 : variation mensuelle de la valeur de Hco3- et nombre de Familles <i>Baetidae</i>	52
Figure39 : variation mensuelle des valeurs température et nombre de <i>chironomidae</i>	53
Figure40 : variation mensuelle des valeurs de conductivité et nombre de <i>chironomidae</i>	53
Figure41 : variation mensuelle des valeurs de salinité et nombre de <i>chironomidae</i> .	53
Figure42 : variation mensuelle des valeurs de PH et nombre de <i>Chironomidae</i>	53
Figure43 : variation mensuelle des valeurs de O2 dissous et nombre de <i>chironomidae</i>	54
Figure 44 : variation mensuelle des valeurs de ca+ et nombre de <i>chironomidae</i>	54
Figure45 : variation mensuelle des valeurs de Mg+ et nombre de Familles <i>chironomidae</i>	54

Figure46: variation mensuelle des valeurs de Hco3- et nombre de <i>chironomidae</i>	54
Figure47: variation mensuelle de la valeurs de Nitrate (No3-) et nombre de <i>chironomidae</i>	54
Figure48: variation mensuelle des valeurs de cl- et nombre de <i>chironomidae</i>	54
Figure49: variation mensuelle des valeurs de sulfate (So4) et nombre de <i>chironomidae</i>	55
Figure50: variation mensuelle des valeurs de T° et nombre de Hydropsychidae	55
Figure51: variation mensuelle des valeur de PH et nombre de Hydropsychidae	55
Figure52: variation mensuelle des valeurs de conductivité et nombre de Hydropsychidae	56
Figure52: variation mensuelle des valeurs de conductivité et nombre de Hydropsychidae	56
Figure54: variation mensuelle des valeurs de O2dissous et nombre de Hydropsychidae	56
Figure55: variation mensuelle des valeurs de ca+ et nombre de Hydropsychidae	56
Figure56: variation mensuelle des valeurs de cl- et nombre de Hydropsychidae	56
Figure57: variation mensuelle des valeurs de Mg+ et nombre de Hydropsychidae	56
Figure58: variation mensuelle des valeurs de SO4 et nombre de Hydropsychidae	57
Figure60: variation mensuelle des valeurs de Nitrate (No3-) et nombre de Hydropsychidae	57
Figure61: variation mensuelle des valeur de Hco3- et nombre de Familles Hydropsychidae	57

Lise des abréviations

ADE : Algérienne Des Eaux

°C : Degré

Ca⁺ : Calcium

Cl⁻ : Chlorure

EDTA : sel dissodique d'acide éthylène diamine tetracétique

Fig : Figure

GPS : Global Position System

H : hydrogène

HCO₃ : Bicarbonate

M: température maximale du mois le plus chaud

m : température minimale du mois le plus froid

m : Mètre

m/s : Mètre par Seconde

mg/l : Milligramme par litre

Mg⁺ : Magnésium

NO₃⁻ : Nitrate

O₂ : Oxygène dissous

P : pluviométrie annuelle

PH : potentiel Hydrogène

PO₄⁻³: Phosphate

S: Seconde

SO₄ : Sulfate

T: température

t : temps de parcours (s)

Tab : tableau

V : vitesse du courant (m/s)

µS/cm : micro siemens par centimètre.

Table Des Matières

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Listes d'abréviation

Introduction Générale

Chapitre I : synthèse bibliographique

I.1 Milieu aquatique.....	4
I.2. Eau de source.....	4
2.1. Définition de la source.....	4
I. 3. Structure et fonctionnement des écosystèmes d'eaux courantes.....	5
3.1 Biotope	5
3.2 Biocénose:	5
I.4. Les différents types des sources d'eau	5
4.1 Hélocrène.....	5
4.2 Rhéocrène	5
4.3 Limnocrène:.....	5
I.5. La vie dans les écosystèmes d'eaux courantes.....	6
5.1 Les cours supérieur ou le courant est fort.....	6
5.2. Le cours moyen.....	7
5.3. Le cours inférieur.....	8
I.6. Classification générale des milieux aquatiques	9
6.1. Les eaux stagnantes	9
6.2 Les eaux courantes	10
I.7. Généralités sur les Macro invertébrés.....	10
I.8. La chaîne alimentaire.....	11
I.9. Cycles vitaux des macro-invertébrés benthiques.....	12
I.10. L'habitat de macros invertébrées benthiques.....	13
I.11. Les macroinvertébrés benthiques en tant qu'indicateurs.....	13
I.12. L'effet de la pollution sur les macroinvertébrés benthiques	14

I.14. La qualité de l'eau.....	15
14.1 La qualité physico-chimique de l'eau.....	15
14.2 La qualité biologique de l'eau	16

Chapitre I : synthèse bibliographique

II.1 Présentation générale de la wilaya de Laghouat	17
II.2 Le cadre géomorphologique de la wilaya de Laghouat.....	18
2.1 Les reliefs	18
2.2 Djebels et montagnes	18
2.3 Le sol	18
2.4 Hydrologie	19
2.5 La faune	19
2.6 La flore	19
II.3 La Géomorphologie	20
3.1 Géologie	20
3.2 Géomorphologie	20
II.4 La Bioclimatologie	20
4.2Présentation du climat de Laghouat	21
II.5 Caractéristique climatique	22
5.1 Températures (T°).....	22
5.2 Précipitations	22
II.6 Bioclimatique	23
6.1 Diagramme d'Ombrothémique de GAUSSEN.....	23
6.2 Le climagramme d'Emberger.....	24
II.7 Présentation de la zone d'étude.....	26
III.8 Choix et description de la zone d'étude.....	27
II.9 La végétation de la zone d'étude	28
III.10 Méthodes d'échantillonnage.....	29
III.11 Identification des macro-invertébrés	31
III.12 Tri et détermination des organismes	32
III.13 Analyse des données	32

Chapitre III : Résultats

III. Les paramètres physico-chimiques.....	34
III. 1 Variation temporelles de la qualité physico-chimique	34

1.1 La température	34
1.2 Potentiel hydrogène pH	35
1.3 La conductivité électrique	35
1.4 La salinité	36
1.5. La profondeur de l'eau	36
1.6 La vitesse du courant	37
1.7 Oxygène dissous	37
1.7 Calcium	38
1.8 Magnésium	38
1.9 Chlorures	39
1.10 Sulfates	39
1.11 Nitrates	40
1.12 Bicarbonates	40
III.2 L'analyse faunistique	41
2.1 Analyse globale de la structure des Macroinvertébrés	41
2.2 L'analyse quantitative et qualitative de la faune benthique	44
III.3 Analyse temporelle	45
III.4 La répartition géographique des taxons	47
4.1 Les Ephéméroptères	47
4.2 les Trichoptères	48
4.3 Les Diptères	49
III.4. L'effet des paramètres physico-chimiques sur la répartition des macroinvertébrés	51
III.5 La Corrélation entre différents paramètres physico-chimiques et la répartition des familles Baetidae et Hydropsychidae et Chironomidae	58

Chapitre IV : Discussion

IV.1 Les paramètres physico-chimiques	63
IV.2 L'analyse faunistique	66
IV. La relation entre les paramètres physico-chimique et la diversité Des macroinvertébrés	69

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction

Introduction :

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie. C'est une richesse nécessaire à toutes les activités humaine, et constitue le patrimoine d'une nation. Il s'agit d'un facteur de production déterminant dans le développement durable. Pour ces raisons l'homme a appris à maîtriser l'eau, toutefois il la rend impropre et polluée ce qui constitue une véritable menace pour la vie. En effet sa santé est altérée si l'eau dont il dispose est de mauvaise qualité ou bien si elle est polluée par des agents pathogènes. De ce fait on s'inquiète de sa qualité et de ses caractéristiques physico –chimique (**Barkat ,2016**).

Les cours d'eau de méditerranée sont caractérisés par une irrégularité de flux hydrologiques et des fluctuations brutales. Le débit annuel est marqué par un maximum au printemps et en automne, et un faible niveau d'eau Hévèr en été (**Giudicelli et al, 1985**).

L'eau des sources a été considérée depuis l'antiquité comme une réserve de bonne qualité, facile à exploiter pour des besoins différents. Mais, les problèmes liés à la pollution des nappes et la pression anthropique au niveau de ces écosystèmes aquatiques très vulnérables exigent une surveillance permanente de leurs propriétés physico-chimiques, hydrodynamiques et biologiques Généralement, l'appréciation de la qualité des eaux de surface se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques ainsi que sur la présence ou l'absence d'organismes et de microorganismes aquatiques, indicateurs de la qualité de l'eau. (**Ballouki, 2012**).

Plus qu'ailleurs, dans les zones arides et semi-arides, la gestion durable des ressources en eau est un challenge permanent, dont la difficulté s'accroît depuis plusieurs décennies à cause, d'une part, des impacts du changement climatique et, d'autre part, de l'accroissement des populations et de leurs besoins en eau (**Djellouli ,2006**).

En Algérie, l'eau revêt un caractère stratégique de fait de sa rareté et d'un cycle perturbé et déséquilibré. Les organismes aquatiques qui peuplent ces milieu manifestent des préférences et des exigences vis-à-vis des différents facteurs biotiques et abiotiques lorsqu'un changement survient dans un milieu, on constate des perturbations des communautés qui le peuplent (**Ferguani et al , 2013**).

Comme tout ce qui nous environne, l'eau contient normalement des Organismes vivants (bactéries, champignons, macroinvertébrés....) (**Maul et al ,1989**).

Les études de la faune macro invertébrés benthiques des cours d'eau d'Algérie a été entreprise ces dernières décennies a fin de dresser un inventaire aussi exhaustif que possible et d'avoir des connaissances sur la systématique. L'écologie ainsi que la biogéographie. (**Bouchmel et al, 2016**)

On désigne par le terme « macro-invertébrés » tous les organismes visibles à l'oeil nu (C'est à dire de taille supérieure à 0.5 mm) qui ne possèdent pas de squelette d'os ou de cartilage. Parmi ces êtres vivants, les macro-invertébrés « benthiques » sont ceux vivant au fond des milieux humides. (**Bouchmel et al, 2016**)

Ils vivent ainsi dans des habitats très diversifiés : sous les pierres, dans le sable, les graviers, dans la litière, les racines des arbres de la ripisylve, etc.

Les macroinvertébrés épi-benthiques sont ceux qui vivent habituellement à la surface ou dans les premiers centimètres des sédiments et les organismes phréatiques (endo-benthique) qui vivent à plus ou moins grande profondeur à l'intérieur des sédiments (**Illies,1978**)

Les macro-invertébrés benthiques sont principalement constitués d'insectes aquatiques. Ils sont présents dans l'eau sous différentes formes en fonction de leur cycle biologiques: larve, nymphe, adulte. Les autres classes les plus représentées sont les mollusques, les vers ET les crustacés. (**Hesseanne et al, 2014**).

La surveillance biologique et la surveillance physicochimique des eaux sont considérées

Comme des outils complémentaires et sont reconnus comme des composantes essentielles des programmes de surveillance de la qualité de l'eau. En effet, la surveillance biologique mesure les effets des perturbations sur les communautés biologiques en place tandis que la surveillance. (**Ballouki, 2012**).

Physico-chimique mesure les agents polluants

L'objectif de notre travail est le suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau de source milok Laghouat et leur impact sur la macro invertébrée qui vivaient.

Les différentes parties de ce mémoire sont présentés comme suit :

Une synthèse bibliographique relative à les milieux aquatiques et le macro-invertébrés.

Le deuxième chapitre est consacré à la description les caractéristiques géographiques et hydrologiques et climatiques de la wilaya de Laghouat et la zone étude; et ainsi la méthodologie adoptée pour les prélèvements de la faune et leur identification les analyses physico-chimiques de l'eau.

- Les résultats et leurs interprétations font l'objet du troisième chapitre.
- Et termine par une discussion de nos résultats dans le quatrième chapitre.
- Enfin une conclusion général.

Chapitre I :
Synthèse
Bibliographique

I.1. Généralités sur les Macro invertébrés :

On appelle macro-invertébré les petits organismes dépourvus d'épine dorsale visible à l'œil nu. Ils peuplent le fond du lit des cours d'eau, ou les mousses ou les algues qui le tapissent ce petits animaux forment des maillons important de la chaîne alimentaire et sont d'excellents bio indicateurs (**Moisonal, 2008**).

Les Macro-invertébrés phytophiles sont fréquemment utilisés comme indicateur biologique pour le suivi de l'état de l'écosystème aquatique (**Abbassi, 2014**).

Sous le terme de macro-invertébrés aquatique est désigné l'ensemble des insectes, crustacés, mollusques, vers ... ayant une phase au moins de leur vie en milieu aquatique et retenus par un filet de 0.5mm (**Moisonal, 2008**). Les animaux non vertébrés représentent 98% de la faune aquatique et se répartissent de la façon suivant : les protozoaires 22%, les vers 25%, les insectes 37%, les mollusques 2%, les arachnides 7% et les crustacés 5% (ON de l'Eau et des Milieux Aquatique, 2010).

Les macro-invertébrés sont sensibles aux conditions du milieu : variation de la quantité d'eau et de sa qualité, de la diversité des habitats aquatiques (nature des supports, classe de vitesses) les perturbations éventuelles sont décelées soit par l'analyse de la nature des taxons présents, du nombre de taxons (richesse taxonomique), du nombre d'individus (densité), soit à l'aide d'indices intégrateurs (par l'exemple l'IBGN).

Dans ce dernier cas, une interprétation du résultat (commentaire sur l'état de la faune et les cause éventuelles de perturbation) est le plus souvent indispensable (**Mazuer et al, 2007**).

I.2.Milieu aquatique :

Le terme d'écosystème aquatique recouvre une grande diversité de milieux, tous caractérisé par l'omni présence de l'eau (douce ou salée, vive ou lente) comme tout écosystèmes, ce sont des ensembles environnementaux structurés dans lesquels se produisent des échanges de matière et d'énergie dus aux interactions entre les organismes vivants (biocénose) et leur habitat (biotope). (**Abdelguerf, 2003**).

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.3. Eau de source:

Les eaux de source sont comme les eaux minérales naturelles, exclusivement d'origine souterraine, microbiologiquement saines, préservées de la pollution d'origine humaine, et aptes à la consommation humaine sans traitement ni adjonction. Contrairement aux eaux minérales naturelles, leur composition n'est pas systématiquement stable. Les eaux de sources répondent aux mêmes critères de potabilité que l'eau du robinet. (Ballouki, 2012)

3.1. Définition de la source:

Une source est le lieu d'apparition et d'écoulement d'une eau souterraine à la surface du sol, à l'origine en général d'un cours d'eau de surface. Une source est une eau qui sort naturellement de la terre, ou le point où cette eau jaillit. C'est souvent l'origine d'un cours d'eau, mais les sources peuvent alimenter des mares, lacs s'écouler directement en mer, ou produire une eau qui disparaît à nouveau dans le sol. Il existe différents approches permettant de classer les sources :

- L'hydrochimie permet de classer les sources selon leurs qualité ;
- L'hydrogéologie qui cherche à expliquer l'origine et le fonctionnement de la Source
- Le thermalisme qui classe les sources selon leur température et l'usage qui peut en être tiré. (Ballouki, 2012).

I. 4. Structure et fonctionnement des écosystèmes d'eaux courantes:

4.1 Biotope :

Correspond à l'ensemble du milieu abiotique. Dans le cas des écosystèmes d'eau courante, il est constitué par l'eau et le substrat (lit, berges), et dépend principalement de facteurs géographiques, topographique et climatique qu'il est important de connaître. (Genin et al, 2003).

4.2 Biocénose:

Elle est constituée par l'ensemble des peuplements végétaux et animaux. La Flor et la faune d'eau douce sont très diversifiées et comportent classiquement des représentants de tous les groupes d'organismes vivants: virus, bactéries, champignons, algues, végétaux supérieurs, invertébrés et Vertèbres. (Genin et al, 2003).

I.5. Les différents types des sources d'eau :

Les apports d'eau souterraine sont soit localisés (émergences, sources) et/ou diffus (échanges via la zone hypothétique sur le fond et les rives du cours d'eau). Les différents types de sources sont:

➤ **Hélocrène :**

Désigne une source marécageuse dont l'eau suinte à travers une zone de sol et/ou roche perméable et forme une zone marécageuse relativement grande.

➤ **Rhéocrène :**

Source qui littéralement coule directement hors du sol, l'eau étant souvent libérée sous pression; elle forme directement un ruisseau. La libération de cette eau sous pression peut notamment provenir d'un bassin artésien.

➤ **Limnocrène:**

Qualifie une source existant là où le niveau de la nappe phréatique est supérieur à celui du terrain; elle peut former d'abord un étang dans une dépression; le trop-plein de celui-ci forme ensuite un ruisseau (**Martin, 2013**).

I.6. La vie dans les écosystèmes d'eaux courantes:

Plusieurs facteurs contribuent à conserver une bonne diversité de macro-invertébrés citons d'abord la variété de courant, et la morphologie des cours d'eau, la qualité du fond du lit joue également un rôle capitale et l'oxygénation à également un effet sur la présence des invertébrés (**chaumeton et al, 2002**).

Dans les sources où la température est basse, constante, et l'oxygénation importante, la diversité spécifique est généralement faible. Ces zones sont caractérisées par la présence de quelques larves d'insectes des vers du groupe des plathelminthes (**chaumeton et al, 2002**).

6.1 Les cours où le courant est fort:

L'eau y est froide, claire et bien oxygénée, du fait du courant rapide et de la température de l'eau. C'est une zone d'érosion où la pente est forte avec beaucoup de matières minérales en suspension ou roulant sur le fond du cours d'eau. (**Ariella et al, 2012**).

6.1.1 Qualité des eaux :

C'est une eau oligotrophe, c'est-à dire riche en minéraux mais pauvre en matières organiques, ce qui se traduit par des eaux de bonne qualité, souvent limpides.

La profondeur reste généralement faible (de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres seulement), avec un fond constitué de rochers et de gros galets. (Ariella et al, 2012).

6.1.2 Faune :

Les êtres vivants qui peuplent le cours supérieur sont adaptés à sa vitesse. Ce sont aussi des espèces très sensibles à la qualité de l'eau. Elles exigent, pour s'épanouir, une eau bien oxygénée et limpide. Les poissons que l'on y rencontre habituellement sont la truite, le chabot, le saumon. Ces poissons peuvent atteindre des vitesses de nage élevées (5 m/s chez la truite par exemple), ce qui leur permet d'affronter le courant et même de le remonter. (Ariella et al, 2012).

Les cours supérieurs sont des milieux privilégiés pour les espèces de la famille des salmonidés (truite, omble...), C'est pour cela que les cours supérieurs sont dits "salmonicoles". (Ariella et al, 2012).

6.1.3 Microfaune:

Des larves d'insectes (plécoptères, éphémères, trichoptères...), des mollusques (ancylus), mais aussi des crustacés (gammare), peuplent le fond rocheux de ces cours d'eau. Ces êtres vivants constituent ce que l'on appelle les invertébrés benthiques (du grec benthos qui signifie le fond). Les espèces rencontrées sont sensibles à la dégradation de la qualité de l'eau. (Ariella et al, 2012).

6.1.4 Flore :

La pauvreté de l'eau en sels nutritifs et son écoulement tumultueux ne permettent qu'un développement limité de la végétation aquatique. Cependant, des mousses et des algues arrivent à se fixer sur les pierres pour former des tapis qui peuvent devenir denses (Ariella et al, 2012).

6.2. Le cours moyen:

Arrivée dans la vallée ou en plaine, la rivière ralentit sa course, s'élargit et sa profondeur augmente. Sa température s'élève et peut atteindre 20 °C en période estivale. Cette eau est de plus en plus chargée de matières organiques en suspension (micro algues ou coloïdes) et dissoutes (sels minéraux et argiles), qui proviennent du lessivage des sols du bassin versant. La présence abondante de nourriture, le

ralentissement du courant et la clémence de la température, permettent le développement d'une plus grande diversité d'êtres vivants. (Ariella, et al 2012).

6.2.1. Qualité des eaux :

L'eau de la rivière de plaine est plus riche en matière organique et les micro-algues qui s'y développent la rendent turbide (trouble). L'augmentation de la température et la dégradation de la matière organique par les bactéries peuvent entraîner une baisse de l'oxygène dans l'eau. (Ariella et al, 2012).

6.2.2 .Faune :

Les poissons que l'on rencontre dans le cours moyen des rivières sont le barbeau, le hotu, la vandoise, le chevesne, le brochet, l'ablette, le goujon qui sont des espèces affectionnant des milieux dits « intermédiaires » (entre les caractéristiques du cours supérieur et du cours inférieur). (Ariella et al, 2012).

La faune des macro-invertébrés benthiques est composée de mollusques, de larves de trichoptères, de plécoptères, d'éphéméroptères, de vers de vase plus tolérants aux pollutions. (Ariella et al, 2012).

6.2.3. Flore:

Les pierres sont le plus souvent recouvertes d'une pellicule verte : il s'agit du périphyton qui est un mélange d'algues et de bactéries. De nombreuses plantes aquatiques et des algues sont fixées sur le fond et les rives de la rivière. (Ariella et al, 2012).

6.3 .Le cours inférieur:

Plus encore en aval, alimenté par ses nombreux affluents, le cours d'eau s'élargit et devient fleuve en se rapprochant de la mer. La vitesse du courant est de plus en plus faible mais les débits augmentent car les volumes d'eau sont de plus en plus importants. (Ariella et al, 2012).

L'eau peut être très trouble en raison d'importantes quantités d'éléments minéraux fins et de micro-algues en suspension. Sa température augmente et peut dépasser 20 °C en été. L'eau du fleuve est un milieu riche en substances nutritives dans lequel cohabitent d'importantes populations d'organismes animaux et végétaux. Ils y trouvent des conditions propices de température, abondance de matières organiques et de sels nutritifs. . (Ariella et al, 2012)

6.3.1. Qualité des eaux :

Cependant, ces mêmes conditions qui créent l'abondance de nourriture peuvent aussi entraîner un appauvrissement du milieu en oxygène. Cette baisse résulte de l'augmentation de la température et de la dégradation de la matière organique par les bactéries. (Ariella et al, 2012).

6.3.2. Faune :

Les poissons qui vivent dans les cours inférieurs sont le gardon, le rotengle, la tanche, la carpe. Ces poissons s'appartiennent pour la plupart à la famille des cyprinidés. C'est pour cela que les eaux du cours inférieur des rivières sont dites "cyprinicoles". D'une manière générale, toutes les espèces vivantes dans le cours inférieur peuvent supporter de faibles teneurs en oxygène dans l'eau. La plupart se retrouve d'ailleurs dans certains lacs ou étangs (sauf en montagne). (Ariella et al, 2012).

Du point de vue des macro-invertébrés benthiques, ce sont les mollusques (planorbes, limnées) et les oligochètes qui dominent avec des larves de chironomidae, de libellules, de coléoptères. (Ariella et al, 2012).

On retrouve aussi des types d'animaux présents dans les cours supérieurs et moyens des rivières, mais les espèces sont cependant différentes car adaptées aux caractéristiques de cette zone aux eaux stagnantes, chaudes et riches en nourriture. (Ariella et al, 2012).

6.3.3 .Flore:

La production végétale des cours inférieurs est assurée essentiellement par des micro-algues en suspension dans l'eau (phytoplancton). En outre, des plantes aquatiques typiques des zones d'eaux calmes se développent près des rives :

Ce sont les hydrophytes pour les plantes totalement aquatiques comme les nénuphars et lentilles d'eau et les héliophytes pour les plantes semi-aquatiques comme les roseaux, iris et massettes. Les berges des cours inférieurs sont généralement occupées par une forêt riveraine : les arbres et arbustes qui s'y trouvent sont à l'origine d'importants apports en matières organiques (feuilles mortes) dans l'eau. . (Ariella et

al, 2012).

I.7. Classification générale des milieux aquatiques :

Selon **Hoton (1945)** et **Illies (1950)**, les écosystèmes d'eau douce sont classées en se fondant sur la ramification des réseaux, les particularités zoocénétiques et physiographique et la typologie de ces réseaux d'eaux.

7.1. Les eaux stagnantes :

Leurs origines sont très diverses. il s'agit généralement de simplement de simples dépressions sur sol imperméable, maintenues en eau par des apports permanents (sources) ou par des eaux pluviales. Les dimensions sont variées sans qu'il soit possible d'établir une claire distinction entre mares et étangs. la principale caractéristique de ces plans d'eau est leur faible profondeur permettant le développement d'une végétation aquatique sur le fond. (**Tachet et al** ,2014).

7.2 Les eaux courantes :

Sont des écosystèmes « ouvert » (rivières, fleuves).l'intensité du mouvement d'eau joue un rôle dans la composition de la communauté qui peuple le cours d'eau d'eau .par conséquent il y a quatre écosystèmes : torrent, rivière (de plaine), fleuve estuaire .différence en profondeur, température, filtration, oxydation, matières minérales sédiments pollution (**Allan, 1995**).

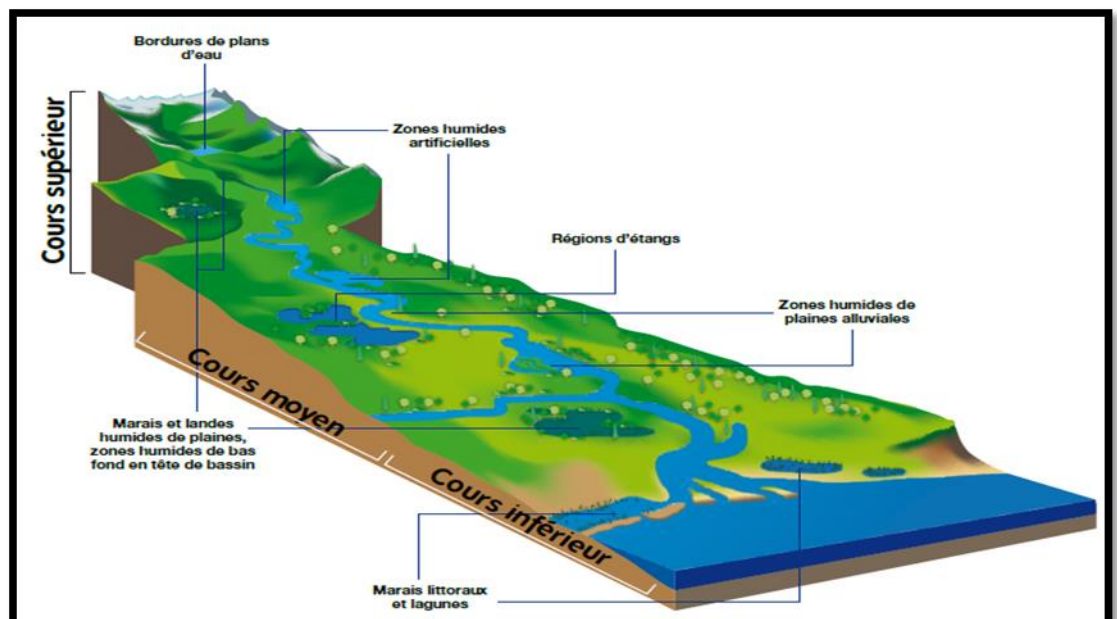
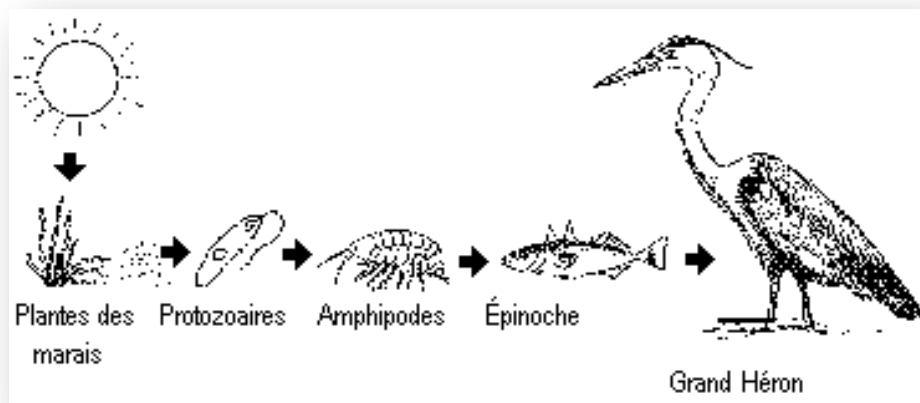


Figure 01 : Différents type d'écosystème aquatiques(Ariella et al, 2012).**I.8.La chaine alimentaire:**

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 minéralisée, pour donner de la matière minérale. D'une manière schématique, un écosystème aquatique peut être divisé en trois compartiments biologiques, constituant la chaîne alimentaire: les producteurs, les consommateurs, les décomposeurs. (Ariella et al, 2012).

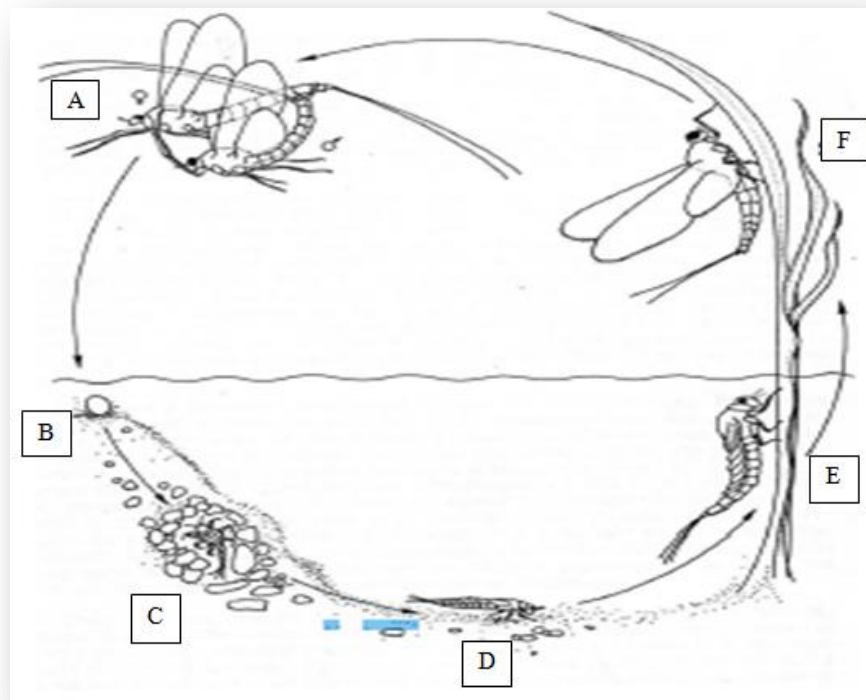
**Figure02:** Chaîne alimentaire aquatique**I.9. Cycles vitaux des macro-invertébrés benthiques:**

Les macro-invertébrés aquatiques englobent des milliers d'espèces avec des stratégies de cycle de vie variées, mais la plupart comprennent trois stades morphologiques distincts: le stade larvaire, 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).

Les stratégies biologiques des macroinvertébrés 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 physiques des espèces et leur interaction avec leur environnement (Oertli et al, 2005)

Ces stratégies ont permis aux macro-invertébrés 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, 1998).



A : accomplissement C : incubation des œuf , E : stade nymphal
 B : œuf D : stade larvaire F : stade adulte .

Figure 3 : Les cycles de vie des Éphéméroptères (Landolt *et al*, 2016).

I.10 .L'habitat de macros invertébrées benthiques:

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

Cet habitat physique, qui englobe l'hydrologie et la morphologie, est considéré comme un compartiment majeur de la structuration des communautés des écosystèmes (Lotiques Léveque, 1995).

Les habitats benthiques littoraux représentent une composante critique des écosystèmes lacustres, Les macroinvertébrés 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 le fonctionnement des réseaux trophique lacustres et sur les échanges de matière organique (MO) entre le milieu terrestre et le pélagos sont encore bien peu connus à ce jour

(Noemi,2008).

Les débris ligneux grossiers (DLG; des troncs et des souches de bois de plus de 5 cm de diamètre à différents stades de décomposition) qui s'accumulent en zone littorale constituent un habitat durable qui abrite diverses communautés végétales et fauniques. Les lacs sont des écosystèmes complexes d'une mosaïque d'habitats ou de sous-systèmes. Dans ces systèmes, la zone littorale abrite des habitats extrêmement importants en termes de budget énergétique par leur production primaire et secondaire élevée. 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,2008).

I.11. Les macroinvertébrés benthiques en tant qu'indicateurs:

Parmi les communautés biologiques, les communautés de macroinvertébrés benthiques sont les plus utilisées pour évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques (Hellowell, 1986, Barbour *et al*, 1999). Ce sont des organismes visibles à l'œil nu, tels que les insectes, les mollusques, les crustacés et les vers, qui habitent le fond des cours d'eau et des lacs. Ces organismes constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques, puisqu'ils sont une source de nourriture primaire pour plusieurs espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux.

Ils sont reconnus pour être de bons indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques en raison de leur sédentarité, de leur cycle de vie varié, de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat. ILS intègrent les effets cumulatifs et synergiques à court terme (allant jusqu'à quelques années) des multiples perturbations physiques (modifications de l'habitat), biologiques et chimiques dans les cours d'eau. Ils sont abondants dans la plupart des rivières et faciles à récolter. De plus, leur prélèvement a peu d'effets nuisibles sur le biote résident

Le suivi des macroinvertébrés benthiques est utile pour :

- Évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques.
- Suivre l'évolution de l'état de santé d'un cours d'eau au fil du temps.
- Évaluer et vérifier l'effet d'une source de pollution connue sur l'intégrité de l'écosystème.
- Évaluer les impacts des efforts de restauration (habitat et qualité de l'eau).

- Apporter un complément biologique au programme de surveillance de la qualité bactériologique et physico-chimique des cours d'eau.
- Documenter la biodiversité des macroinvertébrés benthiques dans les cours d'eau. (**Barbour et al, 1999**).

I.12. L'effet de la pollution sur les macroinvertébrés benthiques :

On peut utiliser les macro-invertébrés pour identifier plusieurs types de pollution, comme la pollution organique, métallique, de même que pour détecter une acidification du milieu. Par leur façon de se nourrir, de se produire et d'exploiter leur habitat. (**Camargo et al, 2004**)

La constitution de référentiels de données importants et la mise au point d'un indice invertébrés désormais bien fixé (Indice Biologique Globale Normalisé (IBGN)) permettent de définir et d'évaluer ce bon état écologique et aussi par l'utilisation de l'indice biologique « Iberian Biological Monitoring Working Party » (IBMWP) (**AFNOR, 2004**).

Dans le cas des macro-invertébrés, il est préconisé en plus de prendre en compte des métriques ayant trait à l'abondance, la diversité ainsi que les ratios entre taxons sensibles et taxons tolérants dans les communautés (**European Council, 2000**).

La majorité des taxons dominants et /ou polluosensible dans les cours d'eau tempérés sont rares ou absents des cours d'eau dans les tropiques (**Boulton et al, 2008**). Exemple, les plécoptères (taxons les plus polluosensible en Europe continentale) sont naturellement absents ou rares en zone tropicale (**Dudgeon, 1999**).

Par exemple, si les bandes riveraines ont été détruites par l'activité humaine, la température du cours d'eau augmente, le niveau d'oxygène baisse et la qualité de débris végétaux diminue, ce qui a pour effet de favoriser les espèces tolérantes (**Pauw et al, 1983, Camargo et al, 2004, Peterson, 2006**).

D'autres macroinvertébrés et selon leur régime trophique, consomment de façon importante des sédiments pollués ils seront ainsi exposés à une plus grande quantité de polluant que tout autre organisme se trouvant uniquement dans la colonne d'eau au-dessus d'eux. À l'opposé, les hémiptères aquatiques sont très résistants à la pollution organique, puisqu'ils respirent directement à la surface de l'eau à l'aide de tube respiratoire situé à l'extrémité de leur abdomen (**Borrer et al, 1999**).

Les macro-invertébrés benthiques forment donc une partie importante des

écosystèmes d'eau douce (Moisan, 2010).

I.14. La qualité de l'eau:

14.1 La qualité physico-chimique de l'eau:

La surveillance de la qualité de l'eau basée exclusivement sur la mesure de la concentration de polluants dans l'eau ne permet pas de tirer des conclusions sur la santé de l'écosystème. Elle ne renseigne pas sur la qualité de l'habitat, n'évalue pas l'effet des polluants non mesurés ou présents à des seuils inférieurs aux limites de détection des méthodes analytiques, ni les effets synergiques, additifs et antagonistes des différents polluants sur les organismes vivants. Des mesures relatives aux êtres vivants sont souvent nécessaires. (Moisan et al, 2013)

La surveillance biologique s'avère donc l'outil principal pour évaluer la santé biologique des milieux aquatiques (U.S. EPA, 2002).

La qualité physico-chimique de l'eau: La mesure de certaines variables de qualité de l'eau peut fournir de l'information concernant les types de polluants et leurs impacts sur le cours d'eau. La mesure des concentrations en phosphore et en azote, des matières en suspension et de la conductivité est particulièrement utile dans des zones où l'occupation du territoire est fortement agricole ou urbaine. (Moisan et al, 2013).

14.2 La qualité biologique de l'eau :

La surveillance biologique est reconnue, aux États-Unis et en Europe, comme une composante essentielle des programmes de surveillance de la qualité de l'eau (Barbour et al; 1999).

Ainsi, la surveillance biologique et la surveillance physicochimique des cours d'eau sont considérées comme des outils complémentaires.

En général, la surveillance biologique mesure les effets des perturbations sur les communautés biologiques en place.

La surveillance physicochimique mesure les agents stressants, en d'autres mots la contamination environnementale.

Chapitre II :

Matériel et

Méthodes

II.1 Présentation générale de la wilaya de Laghouat :

Situation géographique :

La wilaya de Laghouat occupe une superficie de 25052km^2 pour une population estimée à l'Horizon de **2015 à 636.376** habitants, est fait partie du groupe des neuf wilayat pastorales du pays (RGPH 2008, A.N.I.R.E.H ,2014).

Elle se situent à **400km** au sud de la capitale Alger, elle est située à plus de **750** mètres d'altitude sur les hauts plateaux.

La wilaya de Laghouat est traversée par la chaîne de l'atlas saharien avec des sommets qui dépassent les **2000** mètres (le Djebel Amour, situé à 100km au Nord- ouest de Laghouat, culmine à **2200** mètres), ces coordonnées sont **33° 48 N, 02°53'E** (A.N.I.R.E.H, 2014).

Elle est limitée au Nord et à l'Est par la wilaya de Djelfa, au Nord-ouest par les wilayas de Tiaret et El-Bayad et au sud par wilaya de Ghardaïa (D.P.A.T, 2004) (figure 3)

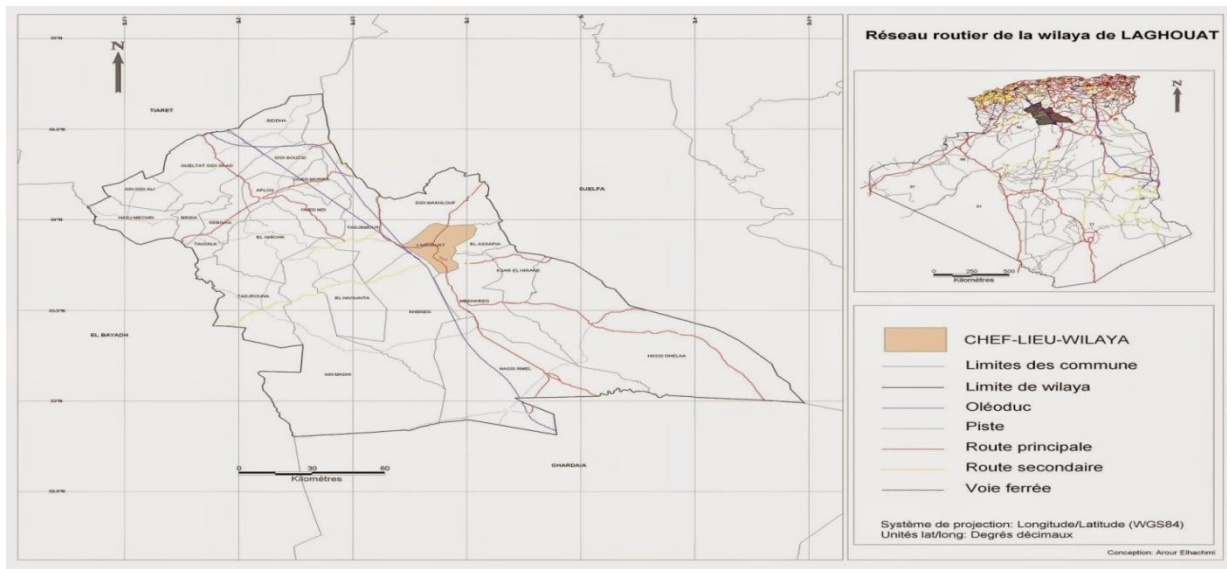


Figure04: Carte des limites administratives de la wilaya de Laghouat

II.2 Le cadre géomorphologique de la wilaya de Laghouat:

2.1 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 parcoures s'étendent sur **1231766 ha** (**A.N.I.R.E.F ,2014**)

La zone des hauts plateaux et des plateaux Sahariens caractérisée par des altitudes allant de **700 à 1000m** et des pentes de **0 à 3%**. 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.I.R.E.F,2014**)

2.2 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 **400km** du sud-ouest au nord Est, et paraissent dominer dans la plupart des chainons. (**Ritter, 1902**)

2.3 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 que 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 hydromorphe de minéraux brutes, ou halomorphes .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.

2.4 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 (**khadraoui, 2004**).

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

Les 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 Oued sont : Oued M'Zi, Oued Touil et Oued Med sous. (**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**).

2.5 La faune :

D'après (**Ramad, 2003**), c'est un terme désignant l'ensemble des espèces animales une zoocénose c'est-à- dire la totalité des unités systématique présent 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**).

2.6 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.3 La Géomorphologie :

3.1 Géologie :

Le territoire de la wilaya de Laghouat s'étend sur deux domaines géologiques nettement différents, notamment sur le plan de la structure et de l'évolution géologique, ce sont l'Atlas saharien au nord et la plateforme saharienne au sud, la wilaya a un soubassement de roches sédimentaire datant du secondaire et du tertiaire et quaternaire.

3.2 Géomorphologie :

Parmi les reliefs dans la région de Laghouat présente trois ensembles distincts :

- partie nord : faisant partie de l'Atlas saharien et constituée par les monts du djebel Amour dont les altitudes variée entre *800 et 1720m*.
- Cette zone est formée d'une succession de montagnes et de dépressions orientées généralement su *Sud-ouest* au *Nord-Ouest*.
- partie centre : allongée d'Ouest en Est, elle présente une largeur réduite et elle correspond aux piémonts bas de l'Atlas saharien et à la vallée de *l'Oued Djedi Oued Atar*.
- partie sud : appelée communément « zone de dayas » formée pratiquement d'un plateau plus ou ondulés. (D.P.S.B)

II.4 La Bioclimatologie :

4.1 Définition:

Le climat en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (Aidoud, 1997), D'après (Martonne,1926), (Turril,1929), (Gaussen ,1954), (walter et al, 1960) ,(Money et 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 méditerranéenne est fort simple, pour l'écologiste, la phytogéographie ou la bioclimatologie. C'est un ensemble de zones se caractérisé par un des pluies, concentrées sur la saison fraîche, à jours courts, et de longues sécheres

ses estivales (Emberger, 1995, 1971).

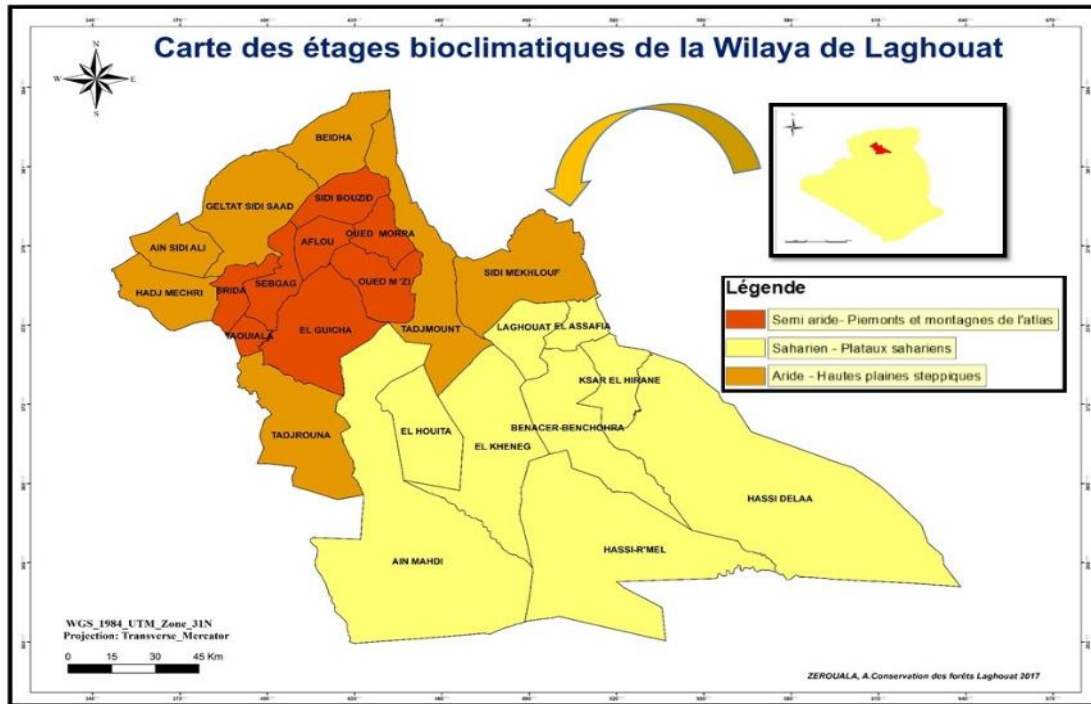


Figure05: Carte des étages bioclimatiques de la wilaya de Laghouat (A.N.I.R.E.F, 2014).

4.2Présentation du climat de Laghouat :

La division du globe terrestre en douze zones climatique par utilisation D'indices Gaussen (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 al, 1951), Un climat désertique froid. Au cours de l'année la tempéassions moyenne est

De 17.4°C , chaque année la précipitation sont en moyenne de 176m (Chouarani et al, 2018).

II.5 Caractéristique climatique :

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 et al, 2003**).

5.1 Températures (T°):

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 (**Tab.1**).

Tableau 01 : moyennes mensuelles et annuelle Températures de la région de Laghouat (2008-2017).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
Température C°	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 2018**

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**.

5.2 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 **2008 à 2017** sont récapitulées dans le (**Tab2**)

Tableau 02: moyennes mensuelles et annuelle des Précipitations de la région de Laghouat (2008-2017).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total P mm
précipitation	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 2018**

A partir des données enregistrées sur une période de 10 ans (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.6 Bioclimatique :

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment le une des autres. Pour tenir compte de cela divers indices ont été calculés principalement dans le but de rendre compte de la répartition des types de végétation. Les indices

Les plus employés utilisent la température et la pluviosité, qui sont les facteurs les plus importants et les mieux connus. **(D.P.S.B)**

Les deux principaux indices souvent utilisés sont les suivant :

6.1 Diagramme d'Ombrothermique de GAUSSEN:

D'après *BAGNOULS et GAUSSEN (1953)*, un mois est sec lorsque les précipitations en millimètre .Sont inférieures ou égales au double des températures moyenne mensuelles en degré :

$$(P \text{ (mm)} \leq 2T \text{ (}^\circ\text{C)})$$

Le diagramme ombrothermique de la région de Laghouat révèle que la région est: Caractérisée par une période sèche qui s'étale durant toute l'année. **(D.P.S.B).**

(Figure 05), (2008-2017).

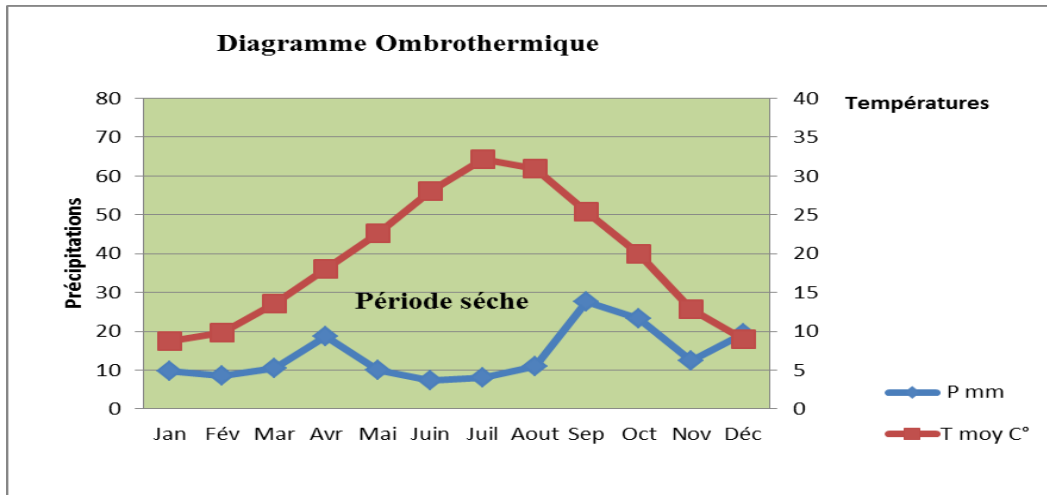


Figure 06: Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Laghouat

6.2 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) :

$$Q = 3.43 \frac{P}{(M - m)}$$

Q : 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 ;

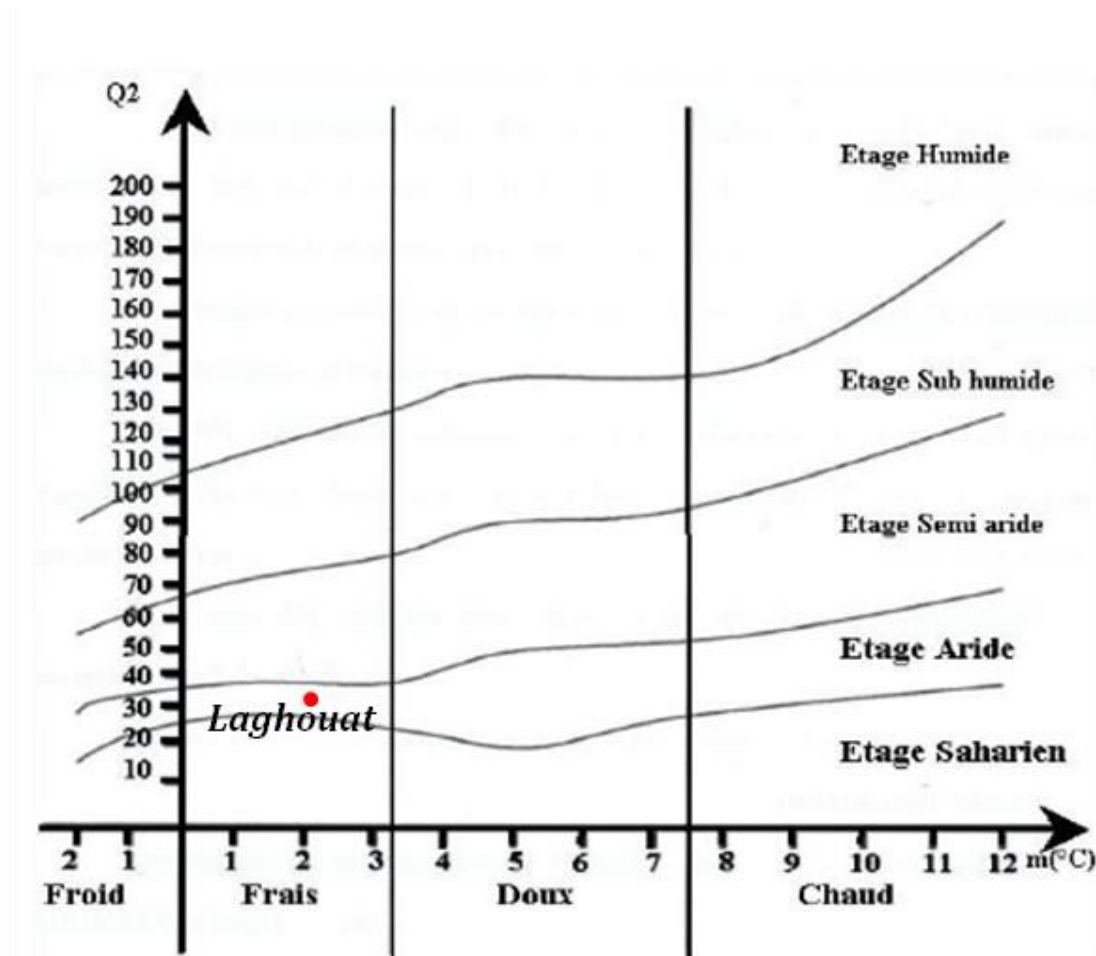
m : est la moyenne des températures minima du mois le plus froid.

D'après (Kaabeche, 1990) et (Nadjaoui, 2011), les limites des étages bioclimatiques sont souvent établies en fonction de la pluviosité moyenne annuelle (Pmm). Quant aux valeurs de la température minimale (**m** °C), elles constituent des variantes thermiques. Le tableau 05 résume les résultats de ce quotient, obtenus dans la région d'étude (Laghouat).

Tableau0 3: Etage bioclimatique de la région d'étude

Région	Cours d'eau	P (mm)	T Max	T Min	Quotient d'Emberger	Etage bioclimatique
Laghouat	Milok	151.21	36.08	1.96	15.20	Aride à hiver frais

La région de Laghouat se trouve dans un étage bioclimatique aride à hiver frais .Ce dernier est caractérisé par des précipitations très faible et une période sèche s'étalant, généralement, sur toute l'année (*Fig;6*)

**Figure07:** Emplacement de la région de Laghouat sur le climagramme d'Emberger.

II.7 Présentation de la zone d'étude

➤ Localisation géographique :

La source de Milok est située dans la région nord-ouest de la wilaya de Laghouat, à environ **20km** au nord de département de wilaya, se trouve dans Djebel Milok qui est limité par la chaîne des monts de djebel amour au nord, c'est une source d'eau considérer comme un affluent très important pour les citoyens et les éleveurs locaux.



Figure08: La source d'eau Milok (original 2019).

Les coordonnées géographiques de la source de Milok sont :

-Altitude : **848m.**

Latitude : **33°51' 40'' nord**

Longitude : **2° 44'22'' Est**




Figure0: Localisation de la zone d'étude source d'eau Milok (Google Earth)

III.8 Choix et description de la zone d'étude :

Durant cette étude qui s'est intéressée à la région de Laghouat (Source de Milok) la zone de Milok est connu sous le nom de DJ nan El Marhouana, car il est constitué d'une couverture Végétale diversifié. Le choix de la station a été effectué en tenant compte de certains paramètres tels que : La diversité de l'habitat ; Source à écoulement du cours d'eau permanent ; Une région accessible ; Située en amont de la ville de Laghouat ; Le tableau suivant montré les différents critères qui définissent la d'eau de Milok Les différents critères de la source l'eau de Milok.

Tableau 4 : Les différents critères de la source d'eau de Milok.

Caractérisations:	Illustration
<p>Altitude : <i>848 m</i></p> <p>Profondeur moyenne <i>10cm</i>;</p> <p>Vitesse du courant: moyenne à rapide</p> <p>Substrat: des pierres, gravier cailloux;</p> <p>Vegetation bordant: Herbacée ;</p> <p>Végétation aquatique : quelques algues :</p> <p>Largeur moyenne du lit : <i>1.5m</i></p> <p>Lit : dur</p> <p>Tronçons végétaux avec accumulation fréquent de débris ligneux</p>	

II.9 La végétation de la zone d'étude :

La formation botaniques de la zone d'étude sont représentation par la couverture végétale de la région de Milko qui constitue une richesse floristique non négligeable, le milieu est steppe alfa (*stipa tenacissima*) des herbes, arbustes, palmier dattier, ou elles sont cultivées comme les oliviers, et aussi quelques arbres comme les eucalyptus (Tidjani et al;2010).

Tableau05 : principales types de végétaux de la zone d'étude de Milok.

NO	Nom des végétaux	Nom commun	Famille
1	Nerium oleander	Laurier rose	Apocynacées
2	Juniperus phoenicea	Genévrier de phénicie	Cupressacées
3	Euphorbia tirucalli	Euphorbe crayon	Euphorbiacées
4	Pistacia lentiscus	Pistachier lentisque	Anacardiaceae
5	Rosmarinus officinalis	Romarin	Lamiacées
6	Bryonia dioica	Bryone dioïque	Cucurbitaceae
7	Artemisia herba alba	Armoise blanche	Astéracées
8	Stipa tenacissima	Alfa	Poaceae
9	Haloxylon salicornicum	Haloxylon/Hammad Elegans	Amaranthaceae
10	Stipa parviflora desf	Steppe à petites feuilles	Poaceae
11	Artemisia campestris	Armoise champêtre	Astéracées
12	Retamara etam	Rétama	Fabacées
13	Bambusa Vulgaris	Bambou commun	Poaceae
14	Phoenix dactylifera	Palmier dattier	Plamaceae
15	Eucaluptus camaldulensis	Eucalyptus	Myrtaceae

III.10 Méthodes d'échantillonnage:

Les protocoles de prélèvement des macroinvertébrés benthiques sont divers et différents, chaque stratégie différera selon les types des cours d'eau de substrats (gros ou meuble) et l'écoulement des cours d'eau (lent ou rapide) (Stark et al, 2001). Ces types de cours d'eau sont également désignés respectivement en termes de cours d'eau à forte pente (high gradient stream) ou à faciès lotiques et cours d'eau à faible pente (low gradient stream) ou à faciès lentiques (Barbour et al, 1999, Stark et al, 2001).

Pour effectuer des prélèvements, on sélectionne en général un tronçon de cours d'eau dans la longueur est sensiblement égale à 50 m, ou bien qui représente approximativement dix

fois la largeur du lit mouillé nommé la station qui est l'unité de base de l'échantillonnages (Haouchine,2011) .

Les prélèvement ont été effectués à l'aide d'un filet troubleau , à ouverture circulaire d'une surface de 30cm à maille de 275 μm , le troubleau est conseillé dans les milieux Lenticules . La procédure consiste à réaliser des va et vient au-dessus de la zone sélectionnée en frappant le substrat et en passant le filet au –dessus de la zone perturbée sur un mètre de distance , afin de capturer les invertébrés délogés ou tentant de fuir .Les pierres et les galets de la surface échantillonnée ont été retournés et nettoyées à l'ouverture du filet , pour arracher les espèces fixées . Une fois le prélèvement est effectué, on retire le troubleau de l'eau , et on vérifie finalement si le filet contient encore des invertébrés ; Les échantillons récoltés sont mis dans des sachets en plastique , après dans des bouteilles en plastique , puis fixés par le for mol à 10% sur place , tout en indiquant la dats de prélèvement .Cette étape est réalisée à l'aide d'un matériel du terrain .

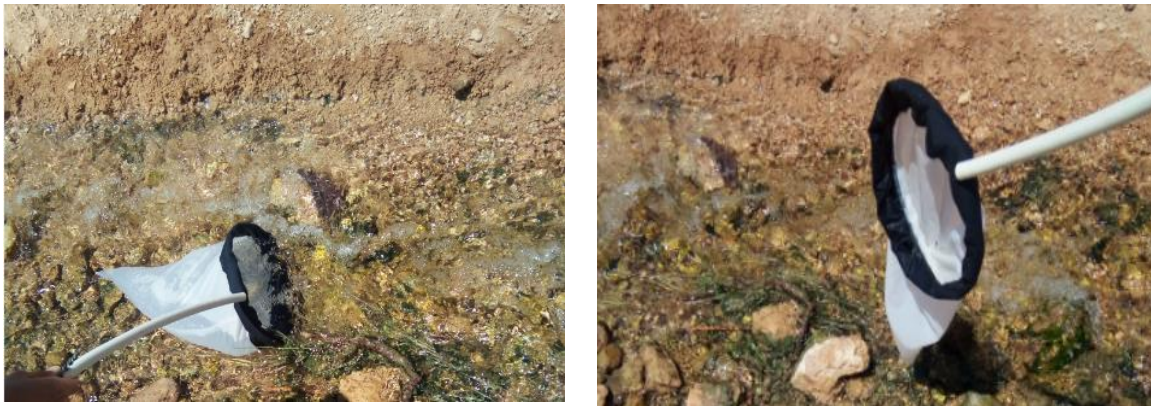


Figure9: Echantillonneur de type Troubleau (manuelle) (Originale., 2019)

III.11 Identification des macro-invertébrés :

L'identification des spécimens est réalisée en laboratoire à l'aide d'un stéréomicroscope. Le but de l'identification est de déterminer la quantité de classes systématiques présentes dans l'échantillon (diversité), et la présence des groupes taxonomiques les plus sensibles (**Pauw et al, 1983**).

Au laboratoire, les échantillons de zone étude ont été rincés abondamment avec de l'eau du robinet sur une série de tamis à mailles différentes. Après ce rinçage les macroinvertébrés ainsi récoltés ont été conservés dans des piluliers contenant une solution d'alcool à 70 % pour éviter toute altération. L'identification des organismes benthiques a été réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire et d'un microscope et parfois à l'œil nu.

(**Koumba et al 2017**)

III.12 Tri et détermination des organismes :

Au laboratoire, les spécimens sont rincés sur une de tamis, afin d'éliminer au maximum le substrat fin restant, et les éléments (graviers ,sable , plantes , feuilles ...) puis conservés dans de l'alcool à 70 % .En manipulant délicatement les organismes ,à l' aide de pinces fines dans des boites de pétri .détermination se fraisent sous une loupe binoculaire ou stéréoscopes (Annexe...), en séparant Les macroinvertébrés à l'aide de **Tachet et al (2010) (figure, 10...)**.



Figure 10 : Tri et détermination des Macroinvertibre (original ,2019)

III.13 Analyse des données :

A chaque prospection d'un zone études ont été notés paramètres mésologique sur une fiche technique de terrain : vitesse du courant qui est sous l'influence de la morphologie du cours d'eau (coordonnées GPS5(X,Y) et l'altitude), nature du substrat qui compose le lit du cours d'eau , profondeur, largeur, du lit et la composition chimique des eaux qui est à la fois directement influencée par la nature des terrains traversés par l'activité anthropozoïque .(sellam,2016).

La mesure de la vitesse du courant d'eau de la chronomètre pour mesure le temps par distance de 1 mètres, et la profondeur par règle dans la zone étude (la source de Milok),

D'autre paramètre des prélèvements de l'eau dans des bouteilles plastiques d'une capacité d'un (01) litre. Le prélèvement d'un échantillon d'eau du laboratoire d'Algériennes d'eau de Laghouat, il faut ne dépasse pas 24 heures, Pour analyser autre modifier les caractéristiques physico-chimique de l'eau

- 1^{ere} élément la température de l'eau et pH, de la salinité et de la conductivité électrique Analyse par l'appareil **multi-paramètre** de type Consort C5020.
- 2^{em} l'analyse de chlorures, sulfates, calcium, Magnésium, oxygéné dissous, bicarbonates et oxygéné dissous (**méthode de dosage volumétrique**)
- 3^{eme} les Nitrates, Nitrites, phosphores, et l'Azote ammoniacal (**Analyse par apparait spectrophotométrie**).

Tableau06 : Méthodes d'analyses des paramètres physico-chimiques.

Paramètre	Unité	Méthode d'analyse
Température	°C	Mesurés par une analyse multi paramétré de type consort C5020
PH	-	
Conductivité	Us/cm	
Minéralisation	Mg/l	
Salinité	Mg/l	
Dureté totale	-	
Calcium	Mg/l	Dosage par les méthodes titrage molaire aux réactifs d'Hydroxyde de sodium, EDTA
Magnésium	Mg/l	La relation entre Th et $Ca^{++} \rightarrow Mg^{++} = TH - Ca^{++}$
Chlorures	Mg/l	Dosage par les méthodes Volumétriques aux réactifs de Nitrate D'argent et K_2CrO_4
Sulfate	Mg/l	Dosage par les méthodes gravimétriques aux réactifs d'acide Acétique concentré de Baryum
Bicarbonates	Mg/l	Dosage par méthodes de titration au réactif d'acide Chlorhydrique
Nitrites	Mg/l	Dosage par les méthodes Spectrophotomètre On prélève 50ml d'eau +1ml réactif mixte pour NO_2 (10min) et après on, fait la lecture.
Nitrate	Mg/l	On ajoute 10ml d'eau d'échantillons +ou 4goute NaOH (5min +1mlde solyclate de soldium (0.5%).Puis entre dans l'étuve (80 °C°) ,après ajoute 16 goutte nitrate de potassium (15min) +10ml de NaOH et après on lire la dosage de nitrate par Spectrophotomètre .
Phosphates	Mg/l	On ajoute 40ml d'eau d'échantillon + 1ml acide axordique + 1ml de axordique + 40ml réactive mixte ($PO_3/4$) (10%) dosage de phosphate par

		spectrophotomètre.
Azote ammoniacal	Mg/l	On ajoute 40ml d'eau d'échantillon +4ml de réactive R1 Pendant 30min +4ml de R2
Titre Hydrotimétrque (TH)	Mg/l	Dosage par méthode litrage molaire aux réactif d'hydroxyde d'ammonium et ajout goutte net. titrée par EDTA
Oxygène dissous	Mg/l	Dans un bécher ,100 ml d'eau d'échantillon +2ml de phénolphtaléines Ajouter 0.5ml acide sulfuriques plus 2ml iodure de potassium, + quelque goutte de l'inducteur d'amidon +2 ml de magnésium, Titrer par tolsulfaure de sodium

Chapitre III :

Résultats

III. Les paramètres physico-chimiques:

III. 1 Variation temporelles de la qualité physico-chimique :

Les résultats de la mesure des paramètres physico-chimiques des eaux de source de Milok de la région de Laghouat sont exprimés à l'aide des histogrammes représentant à chaque fois la variation temporelle de chaque paramètre.

1.1 La température :

Les valeurs de température à été enregistrée en mois de février (21.2°C), cette valeur diminuent en mois de mars, enregistrée comme valeur minimale (19.2°C), en mois Avril, on remarque une augmentation jusqu'à une valeur (23.6°C), en mois mai enregistrée comme valeur maximale (23.8°C). (Fig., 11).

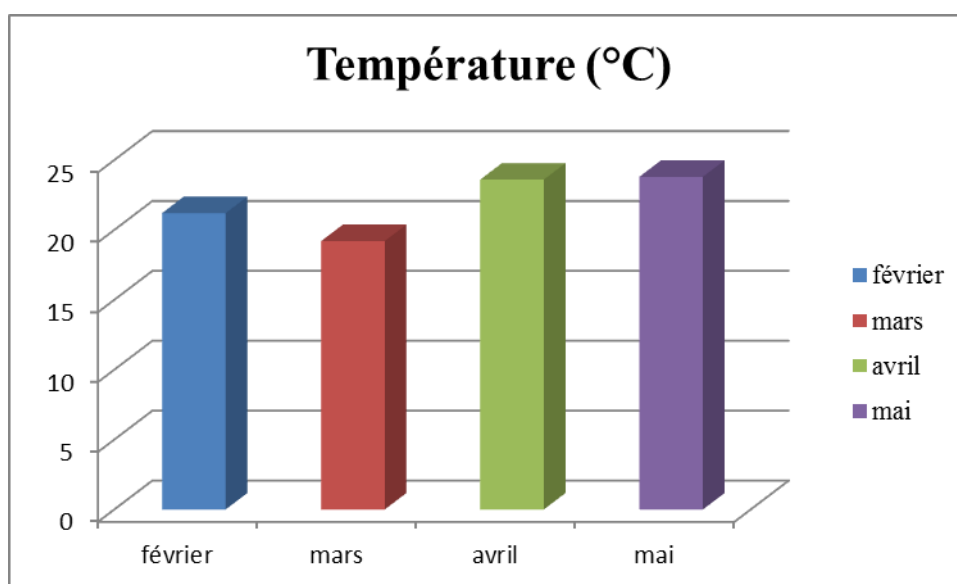


Figure 12 : variation mensuelle des valeurs de la température ($^{\circ}\text{C}$)

1.2 Potentiel hydrogène pH :

L'eau de la source de Milok est d'une alcalinité faible, durant tout les mois, varie entre **7.53 mg/l** en Février, et **7.43 mg/l** en Mars, et **7.49 mg/l** en Avril, et **7.48 mg/l** en le mois de Mai.

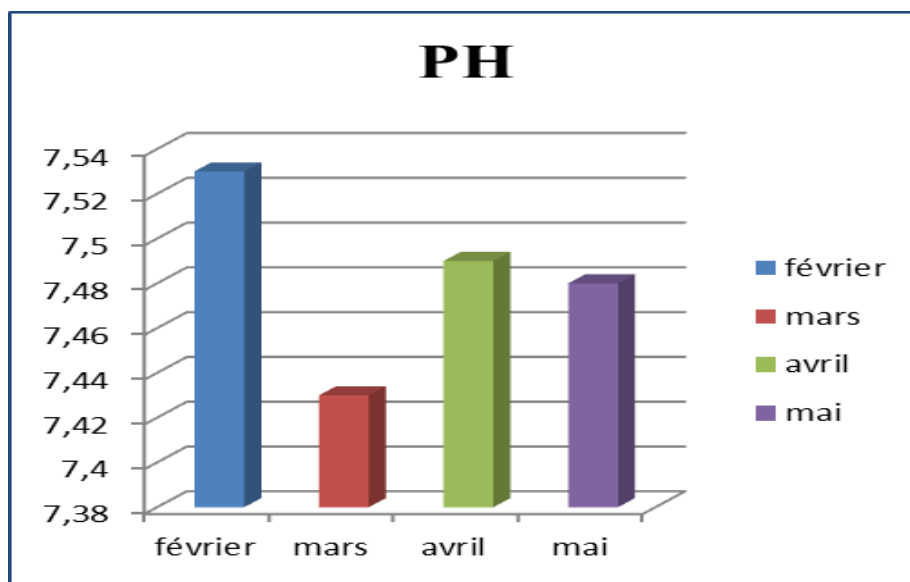


Figure 13 : variation mensuelle des valeurs de pH

1.3 La conductivité électrique :

Les valeurs des conductivités enregistrée dans la source de Milok sont variés entre (**2573 us /cm** et **2722us / cm**), la valeur la plus élevée est enregistrée pendant le mois de Mai (**2722us/cm**), tandis que le minimum est enregistré en Avril (**2573us/cm**). (fig. 13).

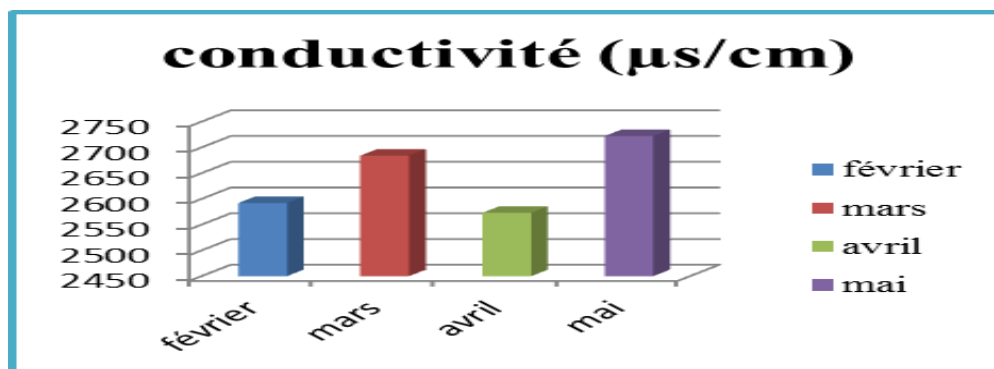


Figure 14 : variation mensuelle des valeurs de conductivité électrique

1.4 La salinité :

La salinité de la source Milok est variée entre (1mg/l) en Février et Mars et (1.2mg/l) en Avril, et (1.3mg/l) en Mai (fig 14).

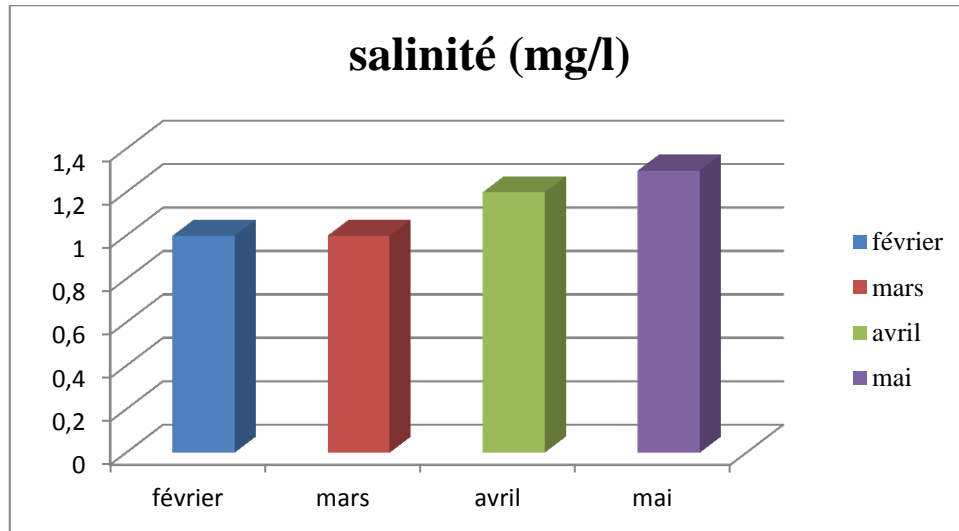


Figure 15 : variation mensuelle des valeurs de Salinité

1.5. La profondeur de l'eau :

Les variations mensuelle des valeurs de la profondeur montrent que : Notre zone d'étude qui ont une profondeur faible (fig 15).

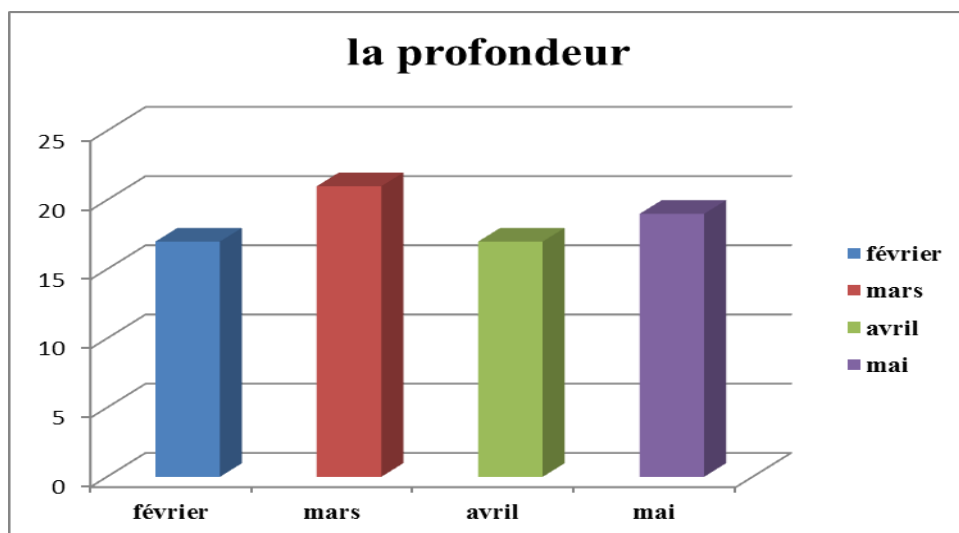


Figure 16: variation mensuelle des valeurs de la profondeur

1.6 La vitesse du courant :

La vitesse du courant de la source milok était moyenne à rapide durant les mois de Mars et Avril (0.55 m/s, 0.59 m/s), par contre en les mois de Mai et février on remarque une vitesse lente (0.41 m/s, 0.49 m/s) (Fig 17)

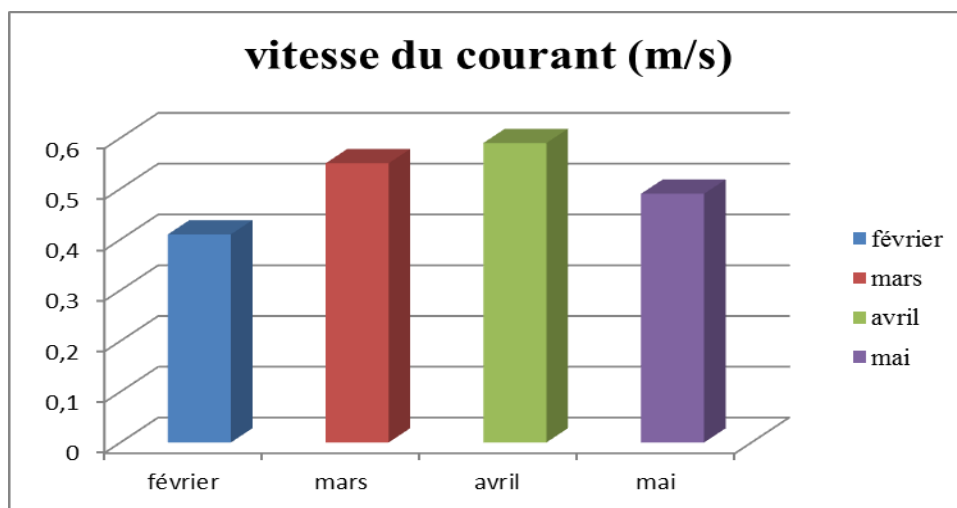


Figure 17: variation mensuelle de la vitesse du courant

1.7 Oxygène dissous :

Les valeurs obtenues de ce paramètre varient entre une valeur maximale de (22.4mg/l) enregistrée en moi de Mars, et une valeur minimale de (7.2mg/l), et une valeur moyenne de (17.6mg/l, 10.4mg/l) enregistrée en février et Mai. (Fig 17)

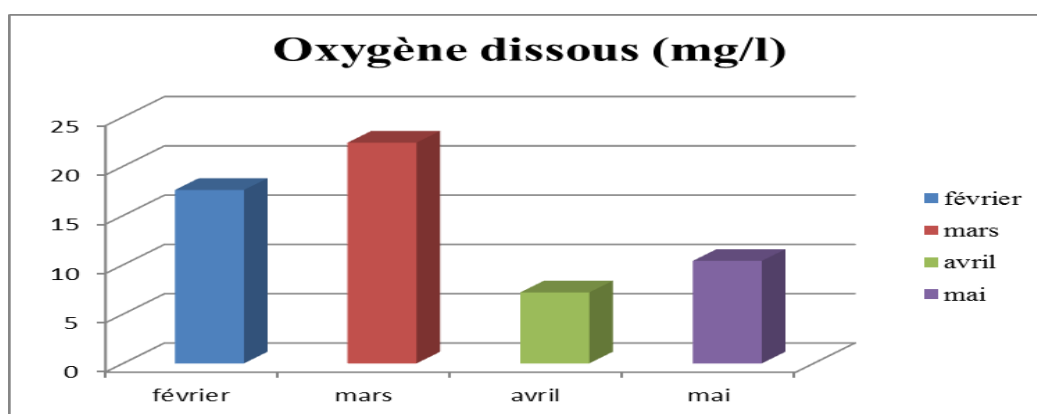


Figure 18 : variation mensuelle de l'oxygène dissous

1.7 Calcium :

Les teneurs en calcium d'eau de source de Milok sont très élevées, notamment en Mars (641.2mg/l), et en avril (521.04mg/l), et en mai (452.9mg/l), et enregistrées en février (384.7mg/l). (fig 18)

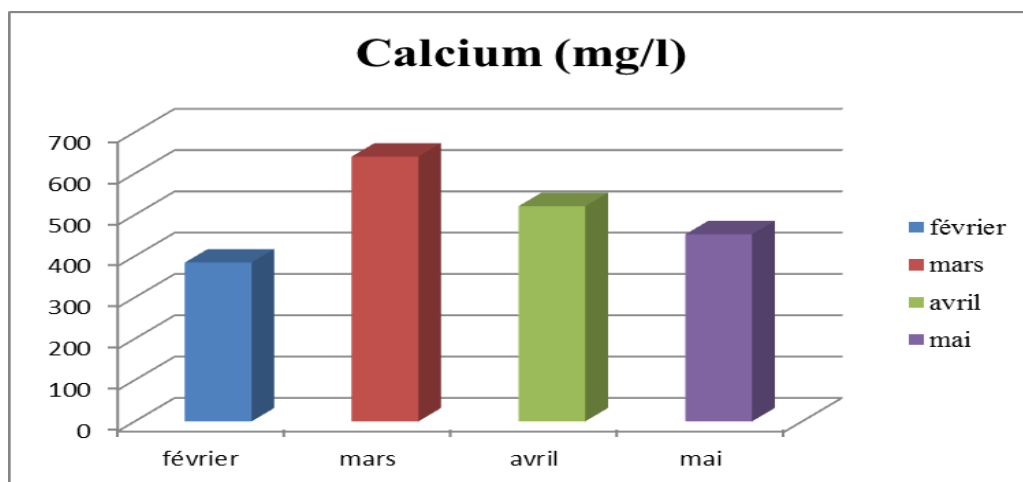


Figure 19 : variation mensuelle de Calcium

1.8 Magnésium :

La concentration de magnésium est variée entre une valeur maximale de 72.9mg/l en février et une valeur minimale de 24.3mg/l en avril, et une valeur moyenne de 46.2mg/l, et 42.3mg/l enregistrées en les mois de Mars et Mai.

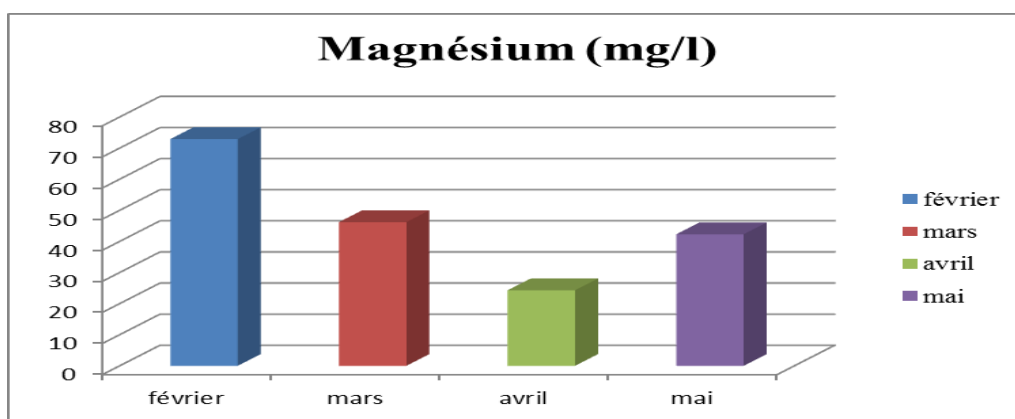


Figure 20: variation mensuelle de Magnésium

1.9 Chlorures :

La teneur en chlorures enregistrée à source de Milok est très élevée .la valeur la plus élevée (241.4mg/l) a été enregistrée en Avril, et la plus faible (71mg/l) a été enregistrée en Février, et enregistrée une valeur moyenne de(106.5mg/l) en les mois de Mars et Mai.

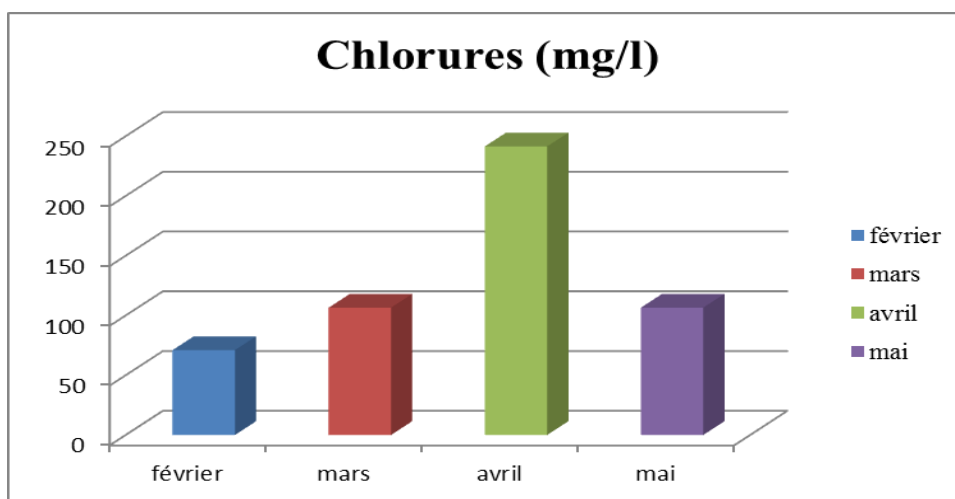


Figure 21: variation mensuelle de Chlorures

1.10 Sulfates :

la valeur la plus faible est (240mg/l), enregistrée en février, Les teneurs du sulfate augmente en les mois de Mars de (403.2 mg/l), Avril de (412 mg/l), et en Mai (489.6mg/l). (Figure 20).

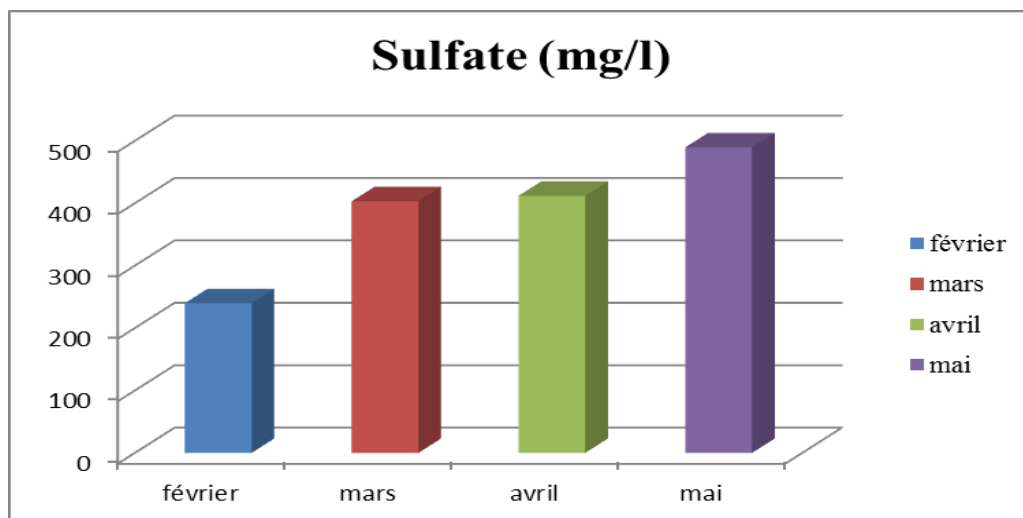


Figure 22 : variation mensuelle de Sulfate

1.11 Nitrates :

Les concentrations des Nitrates dans la source de milok varient entre une valeur maximale de 28.6 mg/l enregistrée au mois de Mars et valeur minimal de 9.79 mg/l observée au mois de Février et valeur moyenne de 22.5 mg/l, 23 mg/l en les mois de Mai et Avril. (fig 21)

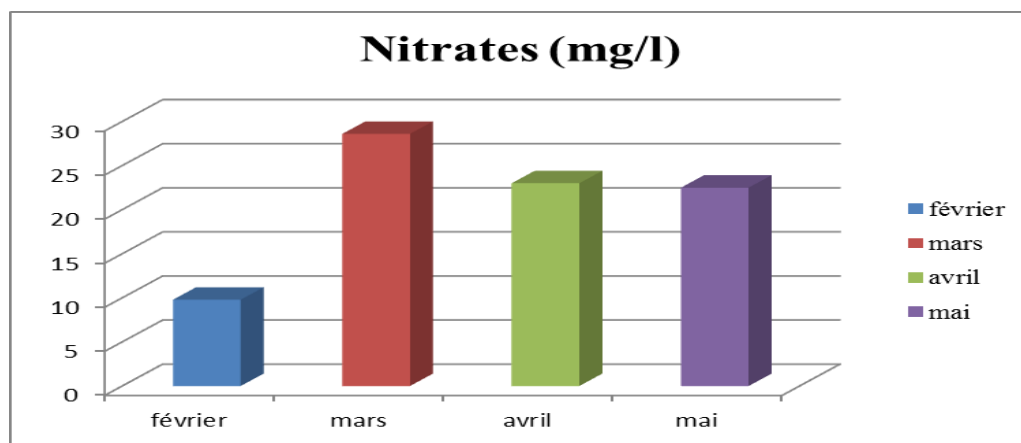


Figure 23 : variation mensuelle de Nitrates.

1.12 Bicarbonates :

Les teneurs en Bicarbonates varient légèrement d'un mois à l'autre, la plus élevée est 158.6 mg/l a été enregistrée au mois de Avril, la teneur la plus faible 12.2 mg/l, a été prélevée au mois de Février, et enregistrée une valeur moyenne de 36.6 mg/l en Mai, et 91.5 mg/l en Mars.

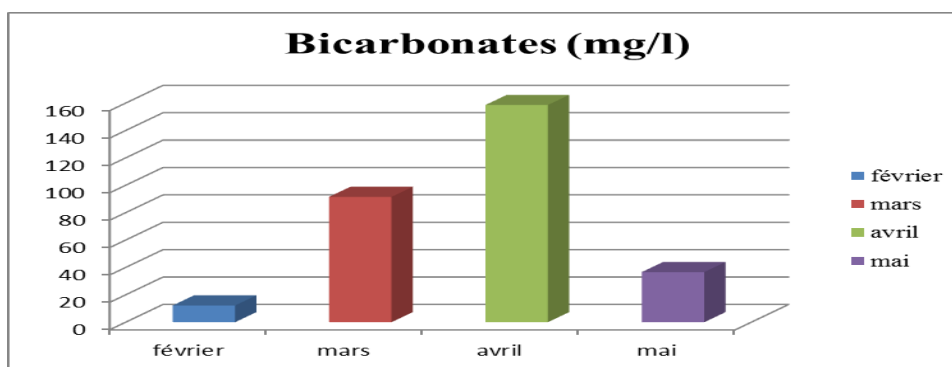


Figure 24 : variation mensuelle de Bicarbonates

III.2 L'analyse faunistique :

Les résultats des abondances de chaque taxon de la région d'étude sont présentés dans le tableau 06, et les résultats de la richesses faunistique de la source étudié durant le mois de Février à Mai 2019 sont présentés dans le tableau 07.

2.1 Analyse globale de la structure des Macroinvertébrés :

La structure des communautés est caractérisée par la distribution de la richesse et de la diversité taxonomique dans la zone d'étude. La présente étude faunistique a permis de recenser au cours des 4 mois de prélèvements un total de 5500 individus répartis en 7 groupes Zoologique (12familles).

Les groupes les mieux représentés sont les Ephemeroptères ils comptent une seule famille .viennent ensuite les Trichoptères (une seule famille), Diptère (une seule famille), Gastéropodes (deux familles), coléoptères (cinq familles), Hétéroptères, Nématodes (chacun ils comptent une seule famille.) (Tableau 07).

Tableau 07 : Abondances taxonomiques d'invertébrés benthiques de la source d'eau Milok.

Groupes zoologiques	Familles	Nombre d'individus
Ephéméroptères	<i>Baetidae</i>	5281
Diptères	<i>Chironomidae</i>	79
Trichoptères	<i>Hydropsychidae</i>	127
Coléoptères	<i>Elmidae</i>	1
	<i>Hydraenidae</i>	1
	<i>Hydrophilidae</i>	1
	<i>Indéterminé</i>	2
	<i>Indéterminé</i>	2
Gastéropodes	<i>Hydrobiidae</i>	3
	<i>Lymnaeidae</i>	1
Hétéroptères	<i>Hydromidae</i>	1
Nématode	<i>Nematomorpha</i>	1
7	13	5500

Tableau 07: Richesse taxonomique des macroinvertébrés benthique de la source d'eau Milok

Embranchements	Classes	Ordres	Familles	Milok
Arthropodes	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	+
		Coléoptera	Elmidae	+
			Hydraenidae	+
			Hydrophilidae	+
			Indsp	+
			Indsp	+
		Diptères	Chironomidae	+
		Hétéroptères	Hydromidae	+
		Trichoptères	Hydropsychidae	+
Mollusques	Gasteropoda	Gaenogastropoda	Hydrobiidae	+
			Lymnaeidae	+
Nématodes	Nematomorpha	gordiacés	Nematomorphasp	+
3	3	7	12	

2.2 L'analyse quantitative et qualitative de la faune benthique :

Sept ordres d'invertébrés benthiques ont été signalés dans la source de Milok, L'effectif du peuplement benthique montre que les Ephéméroptères sont nettement dominants (figure 24) .ils représente la famille la plus dominante est la famille des Baetidae avec 5281 individus soit 96% de totalité des peuplements de la zone d'étude.

Suivi par les Trichoptères (127 individus) il représente la famille : Hydropsychidae (127 individus), viennent en deuxième position avec un pourcentage égale à 2.3% ensuite, les Diptères il représente la famille Chironomidae représenté un faible pourcentage égale 1.4% avec une effectif de 79 individus.(fig24).

Gastéropodes et les coléoptères, les Hétéroptères, les Nématodes occupent respectivement la 4eme ,5eme ,6eme ,7eme place par ordre d'abondance numérique .ils comptent respectivement (4 individus) 0.07%, (7 individus) 0.12%, (un seul individu) 0.01% de chacun.

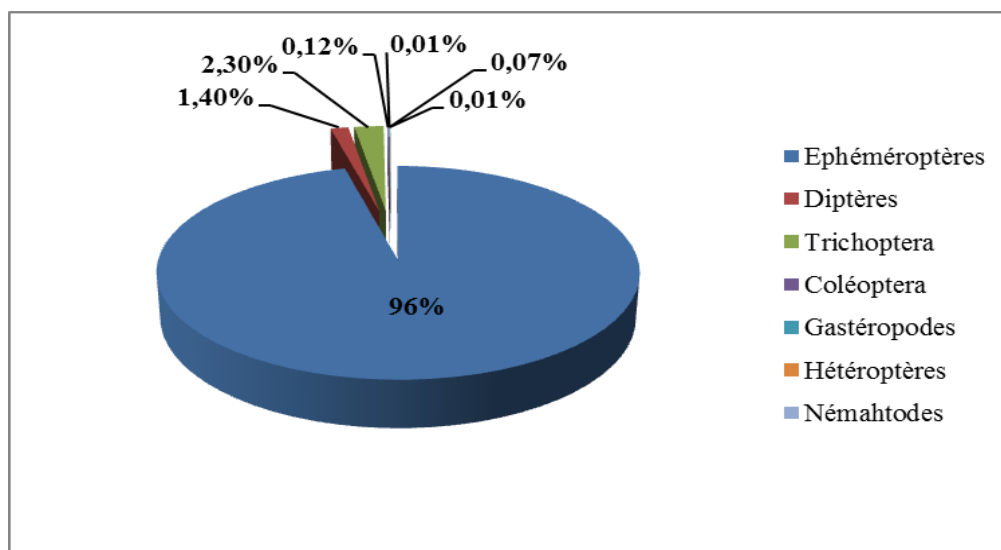


Figure25 : Abondance relative des groupes faunistique dans la source de Milok

III.3 Analyse temporelle :

3.1 Mois de février :

Selon le figure 12, on peut dire que l'ordre des Ephéméroptères est le plus dominant, il est représenté par une seule famille qui est les Baetidae avec 940 individus, soit 97.9%

Ensuit Trichoptères prennent la deuxième position, ils représentés par une seule famille : les Hydropsychidae avec 16 individus, soit. 1.6%

La troisième position pour les Diptère qui sont représentés par une seule famille : les Chironomidae deux individus soit 0.2% (fig 12)

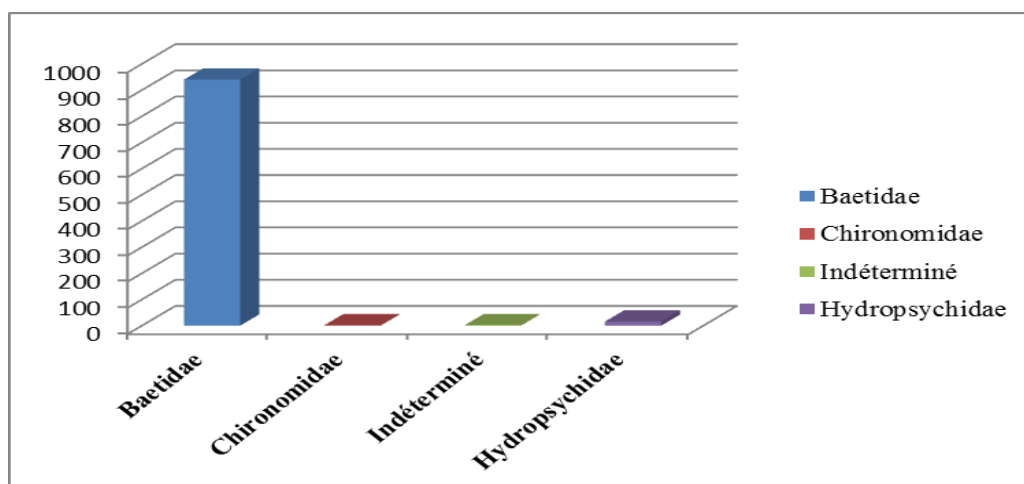


Figure24: Répartition des familles recensées au cours du mois de Février dans la source de Milok

3.2 Mois de Mars :

Dans ce mois, l'ordre des Ephéméroptères est toujours le plus dominant et il est représenté par une seule famille les Baetidae avec 455 individus soit 98%, et les Trichoptères en deuxième place avec une seule famille : Hydropsychidae avec 06 individus, soit 1.3%.

L'ordre des Diptère qui prennent la troisième position, est représenté par une seule famille : Chironomidae avec trois individus, soit 0.6%.(fig 13)

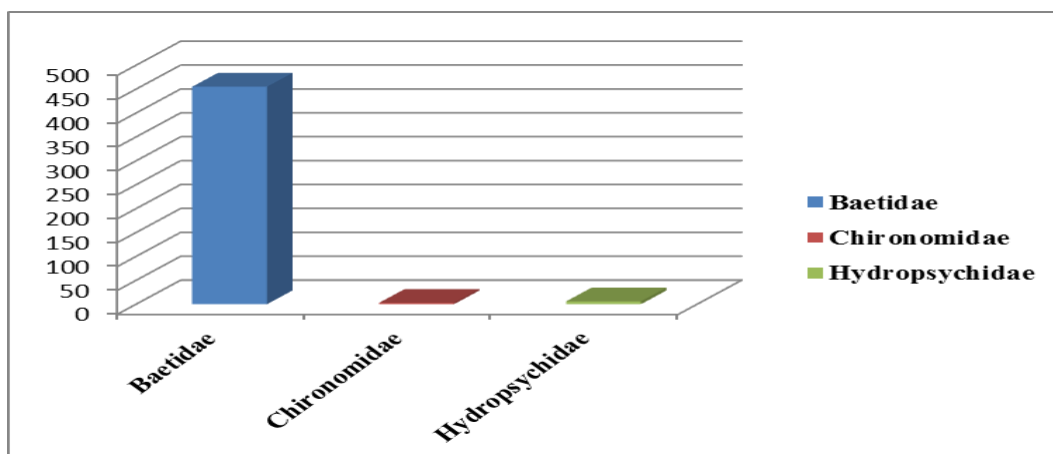


Figure25 : Répartition des familles recensées au cours du mois de Mars dans la source de Milok

3.3 Mois d'Avril :

Comme tous les mois précédents l'ordre des Ephemeropteres est le plus abondante avec une seule famille : les Baetidae avec 2304 individus, soit 98%.

Ensuit les Trichopteres prennent la deuxième place, ils sont représentée par une seule famille : Hydropsychidae avec 41 individus, soit 1.7%.

La troisième position pour les Dipteres qui sont représentés par une seule famille : Chironomidae avec 06 individus, soit 0.2% . (fig14)

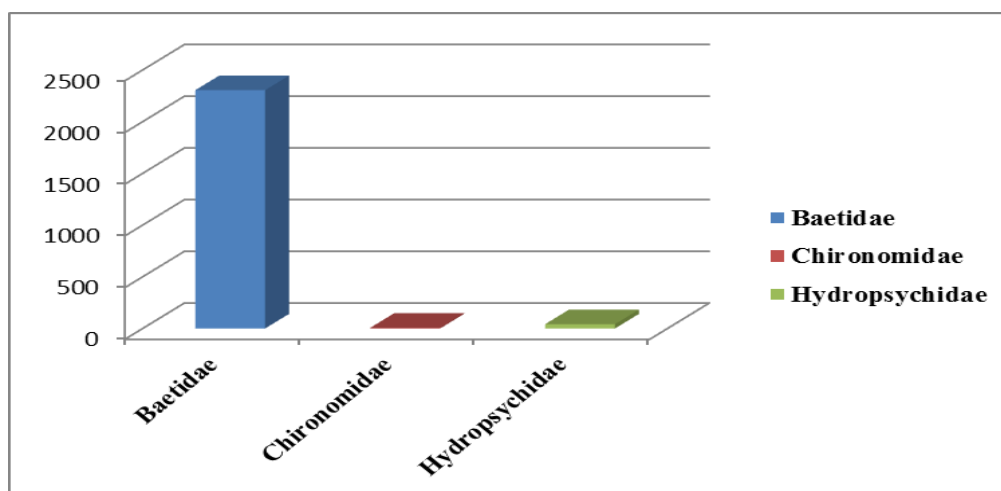


Figure26: Répartition des familles recensées au cours du mois d'Avril dans la source de Milok

III.3.4 Mois de Mai :

Dans ce mois, il y a une augmentation du nombre des ordres et du nombre d'individus des familles précédentes. Toujours en première position, les Ephéméroptères, représentés par une seule famille qui est les Baetidae avec 1582 individus, soit 91.7%. (fig15)

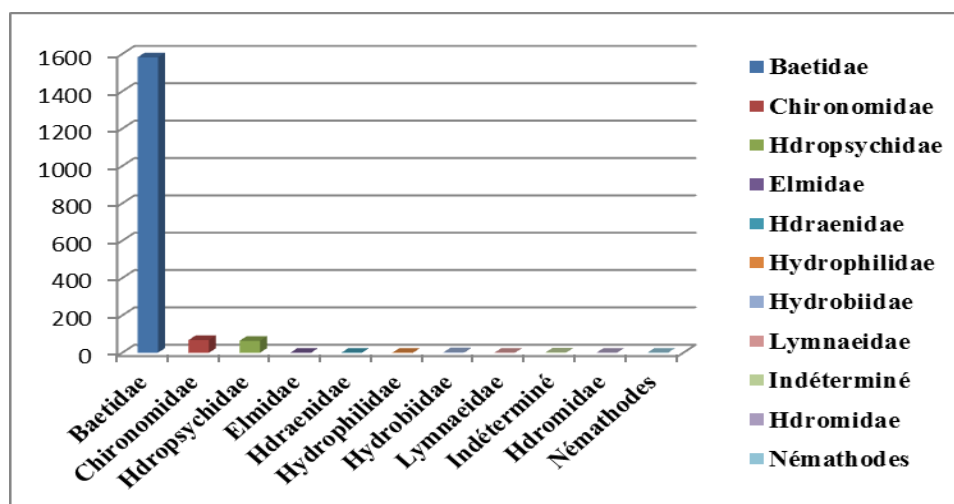


Figure 27 : Répartition des familles recensées au cours du mois de Mai dans la source de Milok

III.4 La répartition géographique des taxons :

4.1 Les Ephéméroptères :

Les éphéméroptères sont des Insectes hémimétaboles qui présentent un stade ailé unique dans la classe des insectes (le subimago) qui précède le stade imaginal, leur développement larvaire complet dure en moyenne dix à vingt jours en fonction de la température de l'eau, il comprend en général de 15 à 25 mues. (Haouchine, 2011).

Les larves d'éphéméroptères sont très abondantes dans les eaux courantes, elles occupent souvent les principaux biotopes des torrents, ruisseaux et rivières et elles constituent le premier rang des insectes aquatiques (Thomas ; 1981).

Les éphéméroptères constituent le groupe le mieux représenté parmi la faune benthique récoltée.

Dans la source d'eau milok , les éphéméroptères constituent le groupe le mieux représenté parmi la faune benthique, il existe une seule familles Baetidae, avec 5281 individus soit 96% de totalité des peuplements de la zone d'étude.

La famille Baetidae est la plus abondante et la plus fréquente dans plusieurs cours d'eau d'Algérie. Il a été signalé dans les cours d'eau du bassin versant des régions semi-arides comme l'Aures, (**Bebba, 2016**).

4.2les Trichoptères :

Les trichoptères sont des insectes Holométaboles à larves et nymphes aquatiques et adultes aériens. Ces derniers ressemblent à de petits papillons de nuit, dont les ailes, repliées en toit au repos, sont couvertes de poils. (**Chouarani et al, 2018**).

Selon les travaux de **Sellam (2017)**, La distribution des Trichoptères est bien liée avec la qualité des ripisylves, selon les travaux de Wiggins et Mackay(1978) qui mettent en évidence que la distribution biogéographique des Trichoptères est plus fréquente dans les forêts de conifères et les forêts de feuillus, dont la plupart des Trichoptères sont confinés aux habitats feuillus. Par conséquent, notre milieu d'étude a une végétation bodante variante présentés par des herbacées avec accumulation fréquente de débris ligneux. Les espèces de trichoptères ont des sensibilités différentes à la pollution suivant qu'elles possèdent des fourreaux ou non. Les espèces possèdent des fourreaux sont plus sensibles comme les polycentropididae.

Hydropsychidae est le trichoptère le plus abondant et le Plus fréquent des cours d'eau d'Algérie (**lounaci ; 2005**).

Les Trichoptères de notre zone étude sont relativement peu fréquents et peu abondants par rapport aux Les Ephéméroptères .nous avons récoltés 127 individus, de la faune totale répartis en une seule famille : Hydropsychidae avec un pourcentage de 2.3%.

III.4.3 Les Diptères :

Les diptères est caractérisent par leur grande diversité tant sur le plan écologique que biogéographique. Ils sont réponsus de l'équateur aux régions polaires et bénéficient d'une grande capacité de coloniser les biotopes les plus variés : source, rivières, lacs, marais, littoral marin, etc. ils sont parmi les invertébrés aquatiques les mieux représentés aussi bien en nombre d'espèces que d'individus. (Djireb,2012).

Dans la source d'eau milok les Diptères avec 79 individus appartenant à une seule famille (Chironomidae) ils représentent 1.4% de la faune totale.

Les ordres des coléoptères, les Gastropodes, les Nématodes, les Hétéroptères sont faiblement représentés, dans notre zone d'étude.

Ephéméroptères



Baetidae

Trichoptères



Hydropsychidae

Diptères



Chironomidae

Hétéroptères



Hydromidae

Gastéropodes



Hydrobiidae



Lymnaeidae



Indéterminé Sp



Hydraenidae



Elmidae

Coléoptères



Hydrophidae



Indéterminé Sp

Nematomorpha



Némathodes

III.4. L'effet des paramètres physico-chimiques sur la répartition des macroinvertébrés :

.4.1 La famille Baetidae :

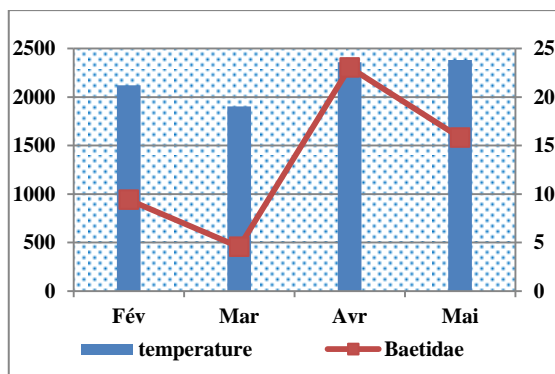


Figure28: variation mensuelle des valeurs de T° et le nombre de *Baetidae*

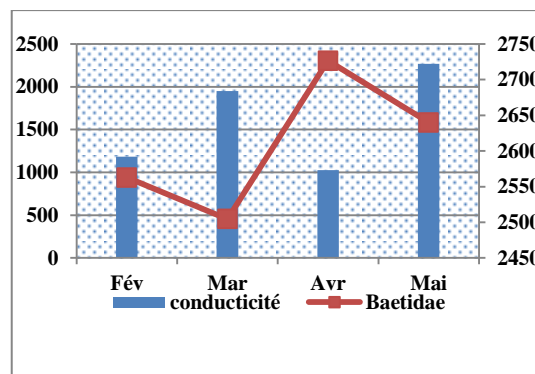


Figure29: variation mensuelle des valeurs de conductivité et le nombre de *Baetidae*

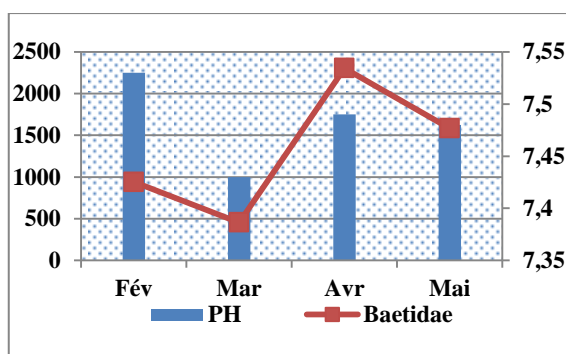


Figure30: variation mensuelle des valeurs de PH et nombre de *Baetidae* .

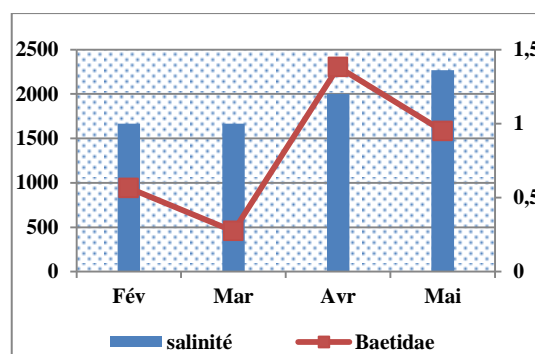


Figure31: variation mensuelle des valeurs de salinité et nombre de *Baetidae*

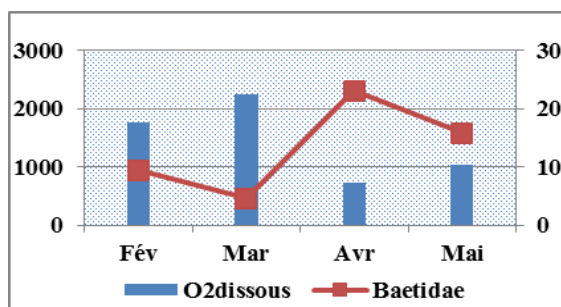


Figure32: variation mensuelle des valeurs d'O2dissous et nombre de *Baetidae*

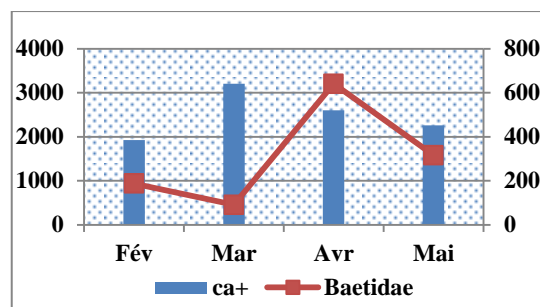


Figure33: variation mensuelle des valeurs de ca+ et nombre de *Baetidae*

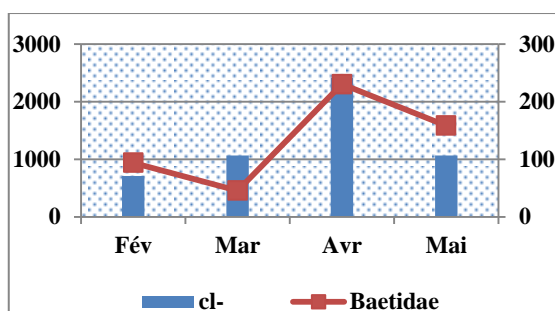


Figure34: variation mensuelle des valeurs de cl- et nombre de *Baetidae*

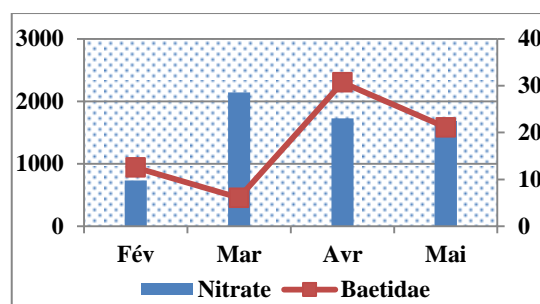


Figure35: variation mensuelle des valeurs de Nitrate (No3-) et nombre de *Baetidae*

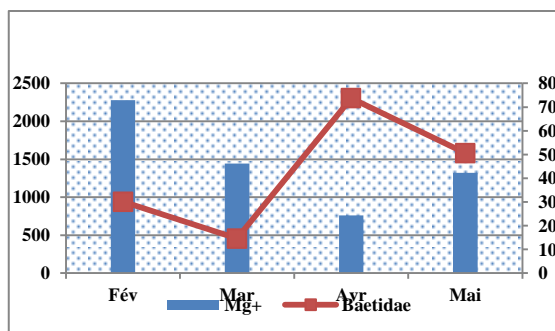


Figure36: variation mensuelle des valeurs de Mg+ et nombre de *Baetidae*

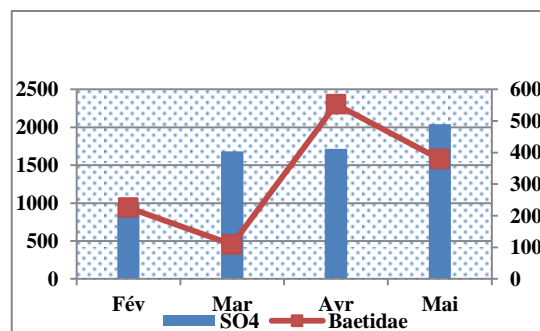


Figure37: variation mensuelle des valeurs de SO4 et nombre de *Baetidae*

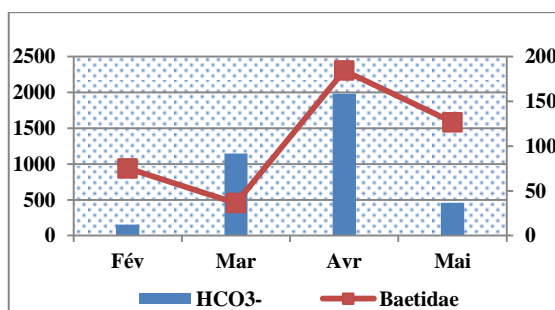


Figure38: variation mensuelle de la valeur de Hco3- et nombre de Familles *Baetidae*

Ces graphes ci-dessous représenté les variations mensuelles des valeurs des paramètres physico-chimiques et les nombres de famille Baetidae en fonction du temps, en observent : le nombre de Baetidae a été limitée sur 6 paramètres varient fortement positive (PH, Température, sulfate, bicarbonates, Chlorure, Salinité). Les restes paramètres sont généralement faibles et ne présentent pas de variation significatives avec le nombre de Baetidae (conductivité, calcium, nitrate, magnésium, oxygène dissous).

III.4.2 La famille chironomidae :

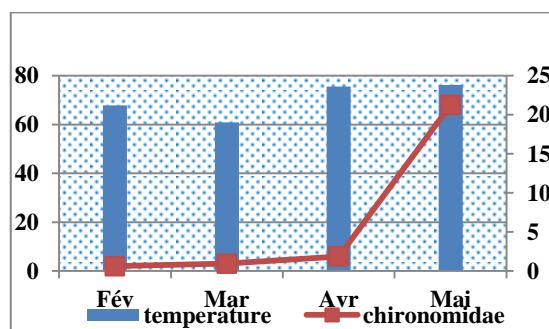


Figure39: variation mensuelle des valeurs température et nombre de *chironomidae*

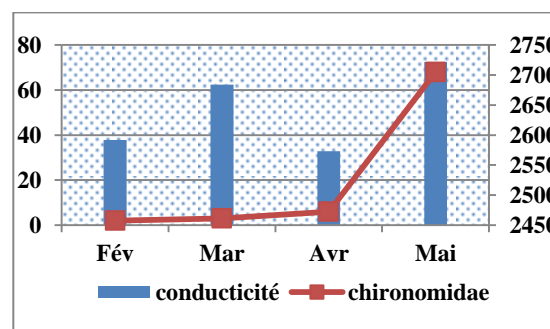


Figure40: variation mensuelle des valeurs de conductivité et nombre de *chironomidae*

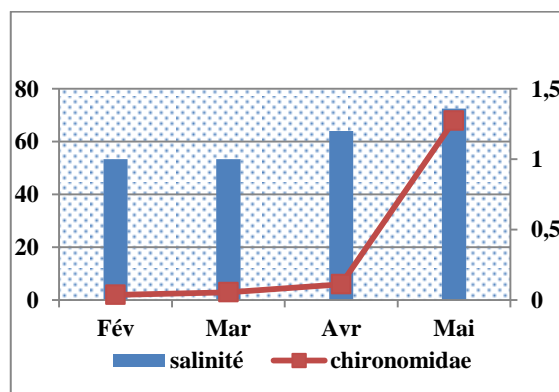


Figure41: variation mensuelle des valeurs de salinité et nombre de *chironomidae*.

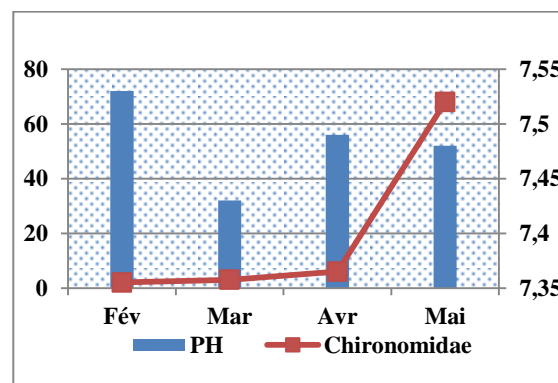


Figure42: variation mensuelle des valeurs de PH et nombre de *Chironomidae*.

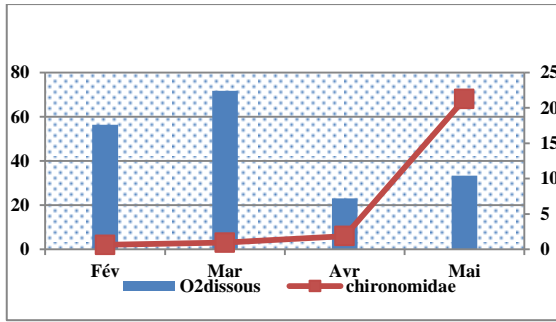


Figure43: variation mensuelle des valeurs de O2 dissous et nombre de *chironomidae*

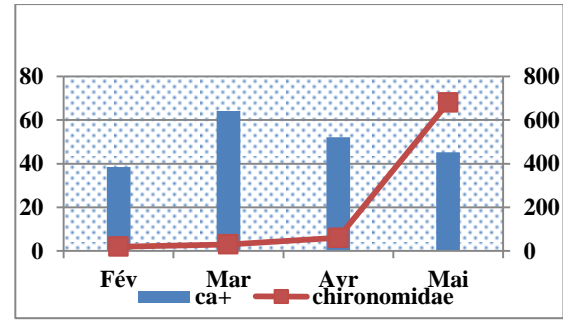


Figure 44: variation mensuelle des valeurs de ca+ et nombre de *chironomidae*

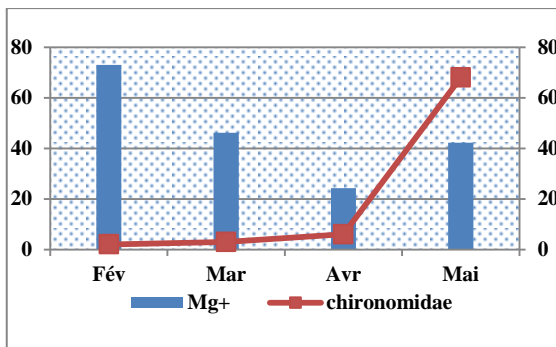


Figure45: variation mensuelle des valeurs de Mg+ et nombre de Familles *chironomidae*

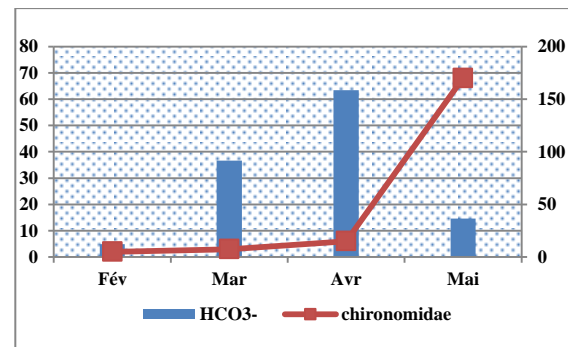


Figure46: variation mensuelle des valeurs de Hco3- et nombre de *chironomidae*

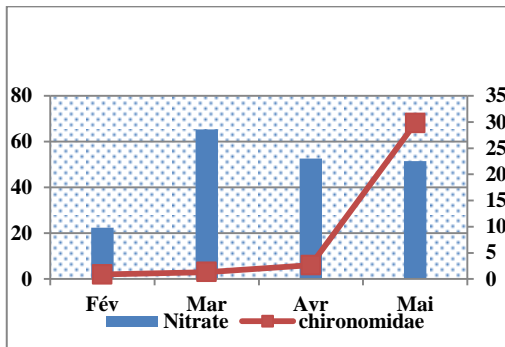


Figure47: variation mensuelle de la valeurs de Nitrate (No3-) et nombre de *chironomidae*

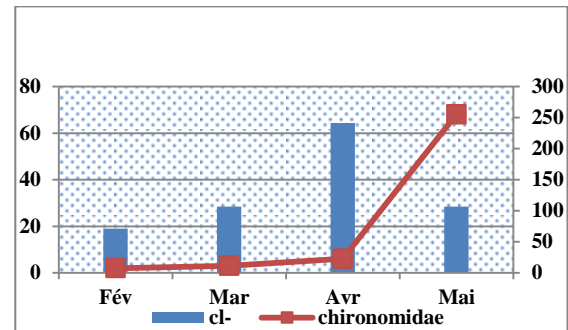


Figure48: variation mensuelle des valeurs de cl- et nombre de *chironomidae*

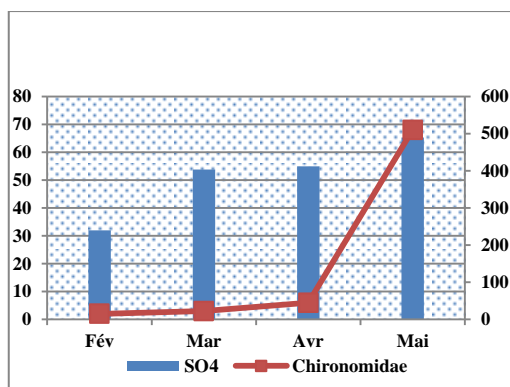


Figure49: variation mensuelle des valeurs de sulfate (So4) et nombre de *chironomidae*

Les graphes ci-dessous représenté les variations mensuelle des valeurs des paramètres physico-chimiques et les nombres de famille *chironomidae* en fonction du temps, en observant : 5 paramètres varient fortement positive avec le nombre des individus des *chironomidae* (conductivité, Température, nitrate, Sulfate, Salinité). Les restes paramètres (salinité, oxygène dissous, Calcium, chlorure, Magnésium, Bicarbonates) sont généralement faibles et ne présentent pas des variations significatives avec le nombre des *Chironomidae*.

III.4.3 La Famille Hydropsychidae

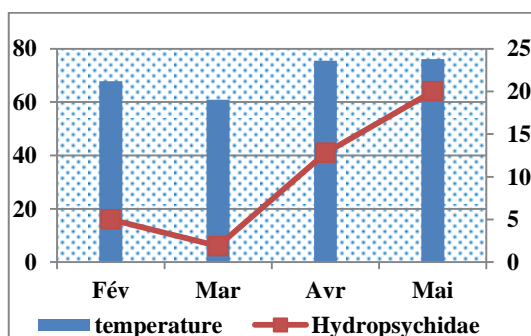


Figure50: variation mensuelle des valeurs de T° et nombre de *Hydropsychidae*

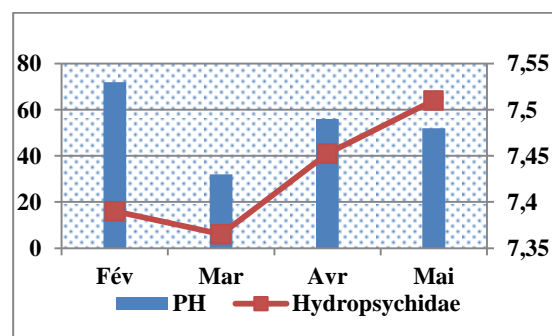


Figure51: variation mensuelle des valeur de PH et nombre de *Hydropsychidae*

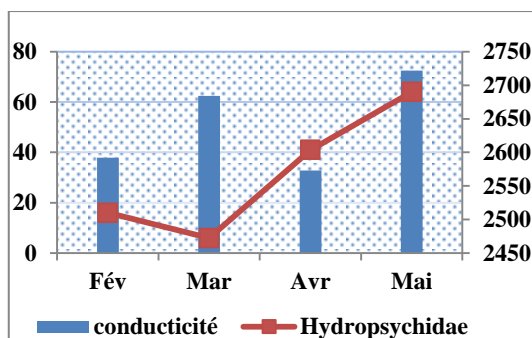


Figure52: variation mensuelle des valeurs de conductivité et nombre de Hydropsychidae

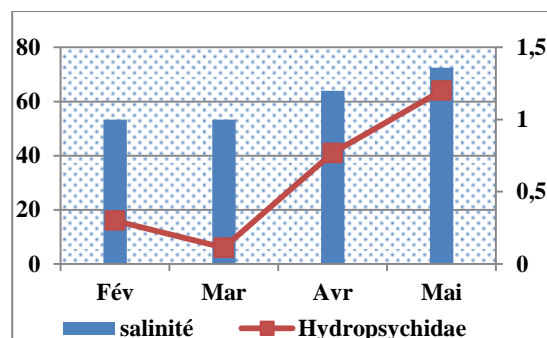


Figure52: variation mensuelle des valeurs de salinité et nombre de Hydropsychidae

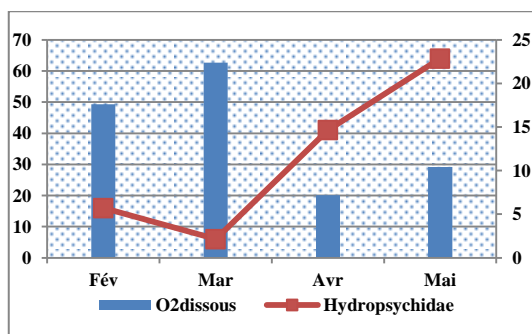


Figure54: variation mensuelle des valeurs de O2dissous et nombre de Hydropsychidae

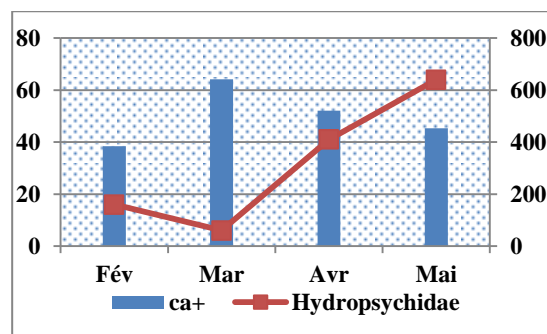


Figure55: variation mensuelle des valeurs de ca+ et nombre de Hydropsychidae

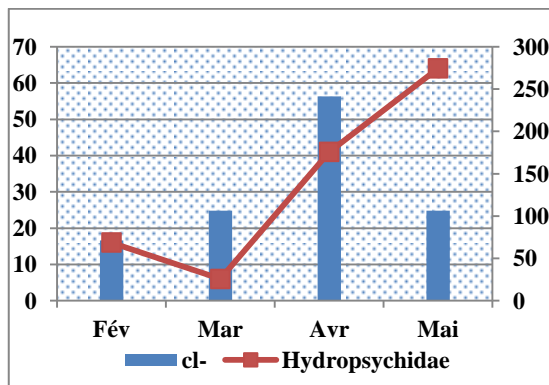


Figure56: variation mensuelle des valeurs de cl- et nombre de Hydropsychidae

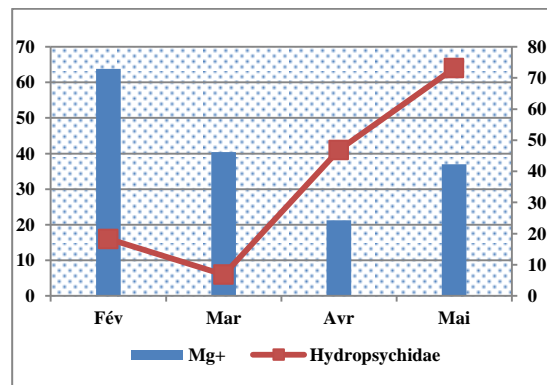


Figure57: variation mensuelle des valeurs de Mg+ et nombre de Hydropsychidae

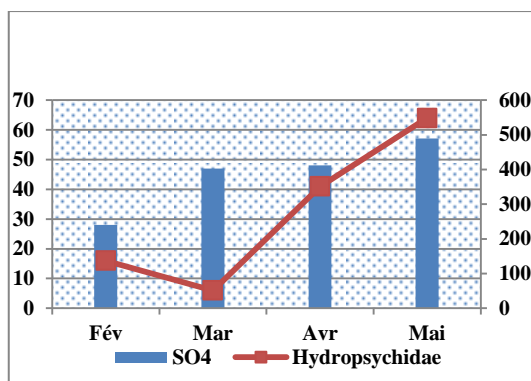


Figure58: variation mensuelle des valeurs de SO4 et nombre de Hydropsychidae

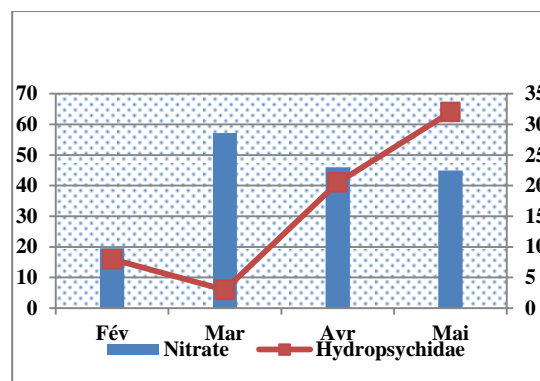


Figure60: variation mensuelle des valeurs de Nitrate (No3-) et nombre de Hydropsychidae

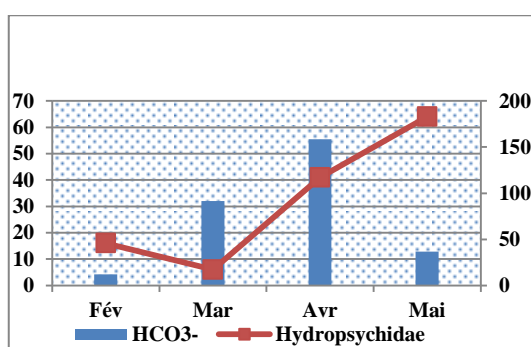


Figure61: variation mensuelle des valeurs de Hco3- et nombre de Familles Hydropsychidae

Ces graphes ci-dessous représentent les variations mensuelles des valeurs des paramètres physico-chimiques et le nombre de famille Hydropsychidae en fonction du temps, en observant : les teneurs des paramètres analysés, diminuent (PH, oxygène dissous, calcium, chlorure, magnésium, nitrate, bicarbonates) le nombre des Hydropsychidae augmente. À l'inverse, les teneurs des paramètres augmentent (Température, conductivité, sulfate, Salinité) le nombre des Hydropsychidae augmente.

La Corrélation entre différents paramètres physico-chimiques (pH; T°C; Cond (µS); Salinité mg /l) et la répartition des familles Baetidae et Hydropsychidae et Chironomidae :

L'analyse statistique du coefficient de corrélation des différents paramètres physico-chimiques entre eux et ceux de l'interaction facteurs physico-chimiques et biocénose macroinvertébrés montre que où seul d'une propabilité ($p=0.05$), seul le pH et la température qui présente des corrélations positives ou négatives (tableau 08) . ou site à titre d'exemple les ions de Ca^+ (mg/l) et NO_3 (mg/l), sont inversement proportionnelle aux variations de pH. Alors que la salinité, les Baetidae et les Hydropsychidae sont positivement corrélées avec la température.

*

Correlation	PH	T°C	Conductivité	Salinité	SO4(mg/là)	(HCO-3)mg/l	Ca+ mg/l	Cl- mg/l	O2 mg/l	Mg+ mg/l	NO3 mg/l	V m/s	Baetidae	Hydropsychidae
T°C	0.433													
	0.467													
Conductivité	-0.598	-0.093												
	0.286	0.881												
Salinité	0.039	0.901	0.242											
	0.951	0.037	0.619											
(SO4)mg/l	-0.610	0.432	0.643	0.765										
	0.275	0.467	0.242	0.132										
(HCO-3)mg/l	-0.346	0.148	-0.329	0.147	0.344									
	0.569	0.812	0.588	0.813	0.571									
Ca+ mg/l	-0.934	-0.495	0.275	-0.201	0.434	0.566								
	0.020	0.396	0.654	0.746	0.466	0.320								
Cl- mg/l	-0.044	0.530	-0.479	0.444	0.360	0.836	0.250							
	0.944	0.358	0.414	0.454	0.552	0.078	0.685							
O2 mg/l	-0.367	-0.970	0.238	-0.851	-0.430	-0.354	0.353	0.718						
	0.543	0.006	0.699	0.067	0.470	0.558	0.560	0.172						
Mg+ mg/l	0.450	-0.482	-0.032	-0.626	-0.772	-0.789	-0.510	0.859	0.624					
	0.446	0.411	0.959	0.258	0.126	0.113	0.380	0.062	0.261					
NO3 Mg/l	-0.937	-0.123	0.504	0.241	0.789	0.557	0.896	0.350	0.028	-0.730				
	0.019	0.843	0.387	0.696	0.113	0.330	0.040	0.564	0.965	0.162				
V m/s	-0.641	0.117	-0.026	0.283	0.621	0.867	0.127	0.794	-0.307	0.922	0.832			
	0.244	0.851	0.967	0.644	0.264	0.057	0.127	0.109	0.616	0.026	0.080			
Beatidae	0.344	0.909	-0.373	0.762	0.370	0.481	-0.266	0.825	-0.983	-0.677	0.002	0.408		
	0.570	0.032	0.537	0.135	0.540	0.412	0.665	0.086	0.003	0.209	0.080	0.495		
Hydropsychidae	0.184	0.924	0.294	0.982	0.663	0.018	-0.368	0.327	0.840	0.477	0.077	0.105	0.731	
	0.767	0.025	0.631	0.003	0.222	0.977	0.542	0.592	0.075	0.416	0.902	0.867	0.161	
Chironomide	-0.047	0.598	0.721	0.808	0.685	-0.317	-0.273	0.156	-0.428	-0.186	0.152	-0.156	0.263	0.850
	0.940	0.287	0.170	0.098	0.202	0.604	0.657	0.803	0.472	0.764	0.808	0.803	0.670	0.068

Le pH ne présente pas de corrélation significative avec les trois familles

(Baetidae, Hydropsychidae, Chironomidae); Le pH ont montré une corrélation hautement négative avec Calcium (Ca^+) et nitrate (NO_3). quand la teneur de la pH dans la source de Milok est plus élevée, la teneur de Ca^+ et NO_3 diminue.

La température, ont montré une corrélation hautement positive avec les deux familles (Baetidae, Hydropsychidae). De même ce paramètre est fortement corrélé par une relation croissante avec la salinité.

Quand la teneur de la température dans la source d'eau de Milok est plus élevée, l'abondance des Baetidae et des Hydropsychidae augmente aussi.

Selon le teste de corrélation de Pearson (tableau08), il existe une forte corrélation positive entre la teneur en la salinité et le nombre des Hydropsychidae .

Si la teneur de la salinité dans la source d'eau Milok est élevée, l'abondance des Hydropsychidae augmente.

D'après le teste de corrélation de Pearson (tableau 09), la vitesse du courant est corrélée négativement avec le magnésium, et il existe aussi une corrélation positive entre le calcium (Ca^+) et le nitrate (NO_3).

Quand la teneur de l'oxygène dissous dans la source d'eau de Milok est élevée, l'abondance de la famille Baetidae baisse

Le teste de corrélation de Pearson (tableau10), montre que une forte corrélation négative entre l'oxygène dissous et le nombre de Baetidae . De même ce paramètre est corrélé avec la température.

Les niveaux de liaisons des restes paramètres sont généralement faibles et ne présentent pas de corrélations significatives avec les trois familles dominants (Baetidae, Hydropsychidae, Chironomidae).

Chapitre IV :

Discussion

Discussion :**IV.1 Les paramètres physico-chimiques :**

Les résultats obtenus à partir de teste de corrélation au cours de notre étude montrent que la Température de l'eau de la source de Milok est influencé sur quelque famille des macroinvertébrés. D'une façon générale, pour un milieu aquatique la température des eaux superficielles sont influencée par la température de l'air, et ceci d'autant plus que profondeur est faible. Elle dépend de l'altitude, de la saison, de l'heure et débit (**Rodier, 1996**).

La température de l'eau est un paramètre important pour la vie aquatique en fait, la majorité des paramètres physico-chimiques dépendant de la température. Ainsi un réchauffement entraine l'apparition des algues flottantes et des organismes aquatiques indésirables.

Les valeurs du pH sont légèrement variées ce qui reflète clairement l'influence de la nature géologique du cette source sur la composition chimique des eaux.

Ces variation du pH peuvent être expliquée également par les phénomènes de dilution qui peuvent intervenir sur les valeurs du pH des milieux aquatiques, ou par l'influence des eaux de ruissellement chargé généralement de diverses matières aux origines différentes (**Barkat,2016**).

Le pH représente le degré d'acidité ou d'alcalinité du milieu aquatique. Le pH des eaux dépend essentiellement à la nature géologique du lit du bassin versant, comme il peut être influencé par d'autres facteurs tels que la température (**Sebhi,2015**).

Les variations des valeurs de conductivité électrique sont indiquent en générale une minéralisation excessive. Elles semblent être la conséquence de nature de cours d'eau. En outre ce cours d'eau est très affecté par les activités humaines (lavage des voitures, pâturage, et abreuvoirs pour les bétails). La conductivité d'une eau est un indicateur des changements de la composition en matériaux et leur concentration globale. Elle est proportionnelle à la quantité de sels ionisables dissous (**Nisbet et verneaux, 1970**).

Elle renseigne sur le degré de minéralisation globale des eaux superficielles. Des températures élevées agissent sur la conductivité électrique par action sur la mobilité des sels (**Barkat, 2016**). La conductivité électrique permet d'avoir une idée sur la salinité de l'eau. Une conductivité élevée traduit soit des pH anormaux, soit une salinité élevée (**Rodier et al, 2005**).

Les variations des valeurs de salinité sont en relation directe avec les fluctuations de la conductivité électrique et la température, par conséquent, l'explication des variations de ces deux paramètres se justifie par les mêmes causes naturelles et anthropiques.

La profondeur de l'eau influence le réchauffement des eaux et donc l'installation et la prolifération de la faune et de la flore thermophile. La profondeur de l'eau agit sur la teneur en O₂. La surface peu profonde permet à l'air de se diffuser largement et de bien se mélanger, par contre dans les lacs, la profondeur est telle qu'elle conduit à la stratification thermique (**Chakri, 2007**).

L'explication des variations des valeurs de profondeur se justifie par les changements climatiques (la température, la pluie).

La vitesse du courant dépend du débit, du substrat et de la largeur du lit. Elle augmente avec la profondeur et la pente. Selon les résultats de notre étude les variations de l'oxygène dissous, ceci peut être expliqué par l'accélération du débit ainsi que l'exposition aux courants d'air et le mouvement de brassage de l'eau qui entraînent un enrichissement en oxygène.

L'origine de l'oxygène dans les milieux naturels est liée à l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques et sa dissolution à partir de l'oxygène atmosphérique. (**Gaujous, 1995**). La présence de l'oxygène dissous dans les eaux naturelles est déterminée principalement par la respiration des organismes, l'activité photosynthétique de la flore, l'oxydation et la dégradation des pollutions et enfin les échanges air-eau (**Belghiti et al, 2013**).

D'après la classification de **Nisbet et Verneaux (1970)**, l'eau de source de Milok présente, généralement une bonne à très bonne oxygénation.

Dans les eaux courantes, la concentration en calcium varie de 1 à 150mg/l essentiellement selon la nature des terrains traversés (**Nisbet et Verneaux 1970**). Les teneurs en calcium d'eau de source de Milok sont très élevées. Ceci est lié principalement à la nature géologique des terrains (terrain calcaire ou gypseux).

Les teneurs élevées en calcium pourraient être attribuées à la dissolution de la calcite ainsi que d'autres minéraux calciques tels que le gypse.

La concentration de magnésium est plus élevée dans la source d'eau de Milok. La teneur en magnésium dépendant, comme celle du calcium, de la composition des roches sédimentaires traversées par l'eau et qui est due à la présence des calcaires dolomitiques ou de dolomies du jurassique ou du trias moyen (**Nisbet et Verneaux 1970**).

D'après **Nisbet et Verneaux (1970)**, la teneur en chlorures des eaux courantes exemple de pollution ne dépasse guère 20mg/l ; cette composante donne une bonne indication du degré d'eutrophisation des cours d'eau.

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux (**Brakat, 2016**) les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés (**Melghit, 2012**).

La teneur en chlorures enregistrée à la source de Milok est élevée, ce qui exprime l'influence réelle de la pollution d'origine anthropique.

Selon (**Nisbet et Verneaux 1970**), ce qui classe notre source d'eau dans les eaux limite de potabilité, eaux très séléniteuses ou fortement polluées. Leurs présences résultent de la dissolution des formations gypseuses et de l'oxydation des sulfures répandus dans les couches géologiques.

Les sulfates (exprimés en mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{L}$) : Ils peuvent être présents de façon naturelle dans les eaux (influence du volcanisme). On peut aussi en trouver des concentrations importantes dans des rejets anthropiques, notamment d'origine chimique et domestique, et ils signalent dans ce cas une altération. (**Heliott, 2014**)

La teneur en bicarbonates dans les eaux souterraines dépend surtout de la présence des minéraux carbonatés dans le sol et l'aquifère, ainsi que la teneur en CO₂ de l'air et du sol.

Elles sont responsables de la dureté aquatique. Les principaux facteurs qui favorisent l'apparition des bicarbonates sont le déplacement vers les valeurs élevées du pH de la température et de la salinité (**Nisbet et Verneaux 1970**).

L'alcalinité caractérise la capacité que possède une eau à maintenir son pH constant. Elle est proportionnelle à la charge de l'eau en hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes du milieu. Ces types d'anions constituent le tampon principal des pH des systèmes d'eau douce. Les bicarbonates de calcium ou hydrogénocarbonates de calcium sont des sels d'origines calcaires.

Les concentrations des bicarbonates dans la source de Milok sont moyenne, elle indique que l'alcalinité moyenne dans les eaux naturelles non polluées, le taux des nitrates très variable selon la saison et l'origine des eaux. Il peut varier de 1 à 15mg/l (**Nisbet et Verneaux 1970**).

Selon les limites de la concentration en nitrates de (**Nisbet et Verneaux 1970**), paraît que l'eau de source de Milok, n'est pas sujette d'une pollution par nitrate.

IV.2 L'analyse faunistique :

Les larves d'Ephéméroptères sont très abondantes dans les eaux courantes. Elle occupent souvent les principaux biotopes des torrents, ruisseaux et rivières et elles constituent le premier rang des insectes aquatiques (**Thomas, 1981**). La famille Baetidae est la plus abondante et la plus fréquente dans plusieurs cours d'eau d'Algérie. Il a été signalé dans les cours d'eau du bassin versant de l'Aurès, (**Bebba, 2016**). Confirme sa présence dans l'Oued Abdi qui est caractérisé par un climat plus ou moins aride.

Nous pouvons donc remarque que les Baetidae sont euryeces (ayant une grande valence écologique). En effet, des différentes études montrent qu'ils se répartissent aussi bien dans le Nord, dans le sud, dans l'Ouest, et dans l'Est où les conditions climatiques sont carrément différentes.

D'après les travaux de **Sellam(2017)**, la répartition des Baetidae dans les différentes étages bioclimatiques d'Algérie (oued Sahel (Bouira), oued Djedir (Djelfa) et l'oued M'zi (Laghouat), met en évidence leur importance dans les zones de piémont et de basse altitude (l'oued Sahel) qui constituent les zones les plus hétérogènes. En effet, ce secteur de cours d'eau dont le substrat est hétérogène est riche en matière organique légères offrant des conditions favorables pour le développement des Baetidae. Elle sont bien représentées dans les cours d'eau rapide que dans les faible courants

la famille Baetidae a été récoltée en forte fréquence dans notre site d'étude et pendant toute la période d'échantillonnage. la dominance de la famille de Baetidae indique que la source de Milok est un milieu aquatique favorable pour les Baetidae et à leur développement.

Selon **Boumezzoug (1984)**, les larves des diptères sont très nombreuses dans les sédiments humides. Ils sont liés à la présence des matières organiques 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 fouisseurs, qui peuvent s'adapte bien aux conditions extrêmes, en cas de fortes perturbations liées à certains facteurs abiotiques (comme l'assèchement). Donc le milieu composé de sable nu se montre favorable et propice pour les larves des diptères (**Sellam,2017**). Par contre, le lit de la source de Milok est dur avec une granulométrie d'une taille différente. Ce qui peut être expliquez la raréfaction de cet ordre dans notre échantillonnage.

D'après **Angus (1973)**, **Moubayad (1986)**, **Lounaci (1987)**, et **Mebarki (2001)**, la végétation immergée, le substrat à granulométrie fine, la température de l'eau et les potentialités trophiques sont les facteurs de répartition les plus influents sur les éléments de ce groupe d'insectes.

Les Coléoptères constituent un groupe très diversifié et écologiquement très hétérogène pouvant s'adapter à tout type de biotopes. Ils sont parfois difficiles à appréhender car ils possèdent des phases aquatiques alternant avec des phases terrestres. Certaines familles possèdent quelques représentants dont seule la phase larvaire est aquatique (Helodidae, Sphaeridiidae) ou seule la phase adulte est aquatique

(Hydraenidae) alors que d'autres sont strictement aquatiques (Dryopidae, Elmidae, Hydrochidae) (Bertrand,1972 , Berthelzmy,1978).

Dans notre étude, l'ordre des Coléoptères est représenté par 07 individu répartis en 5 familles : Elmidae, Hydraenidae, Hydrophilidae, deux famille indéterminé .Cependant, la présence de cinq familles des coléoptères, leur abondance est relativement faible comparé aux les Epheméroptères . ils affectionnent principalement les milieux à eau peu courante coulant sur des fonds meubles (limon, sable, matière organique) et riches en végétation aquatique (macrophytes, algues) (Haouchine,2011).

Les familles des Hydraenidae et Elmidae sont relativement à faible abondance dans la source étudiée, ainsi que la famille des Hydrophilidae qui sont souvent abondants dans les eaux lentes ou stagnantes, ils colonisent aussi les ruisseaux et les rivières (**Fikacek et al, 2010**).

Dans notre cas, la vitesse de l'eau est moyenne à rapide. Ceci peut s'expliquer par le fait que le biotope de cette source offre une faible variété de niches écologiques à ces Coléoptères, de plus l'hétérogénéité du substrat et la végétation aquatique assez faible.

La distribution des Trichoptères est bien liée avec la qualité des ripisylves, selon les travaux de Wiggins et Mackay (1978) qui mettent en évidence que la distribution biogéographique des Trichoptères sont confinés aux habitats feuillus. Par conséquent, notre milieu d'étude a une végétation bordante variée présentée par des herbacées avec accumulation fréquente de débris ligneux.

Les espèces de Trichoptères ont des sensibilités différentes à la pollution suivant qu'elles possèdent des fourreaux ou non. Les espèces possédantes fourreaux sont plus sensibles comme les polycentropididae. Selon les travaux de Sellam (2017), le Trichoptère le plus fréquent et le plus abondants dans l'oued Sahel (Bouira), par contre il semble être absent à Oued Djedir (Djelfa) et Oued M'Zi (Laghouat).

Les mollusques aquatiques occupent des milieux très variés et sont généralement de bons indicateurs de l'évolution des milieux. Ils occupent par ailleurs une place de grande importance au sein des écosystèmes aquatiques, notamment lacustres et potamiques (**Doucet, 2009**).

D'après Marazanof (1964, 1966, 1970), le cycle biologique des mollusques est intimement lié aux variations importantes des niveaux d'eau (selon la précipitation), de salinités et de la teneur en calcium dans les biotopes. Leur abondance dans notre site d'étude, peut être expliquée par la nature du substrat et plus ou moins l'abondance de la végétation aquatique dans la source de Milok.

IV. La relation entre les paramètres physico-chimique et la diversité

Des macroinvertébrés :

La variation temporelle des paramètres physico-chimiques et la répartition des macroinvertébrés a été exprimée en détail, par des graphes d'un mois à l'autre au cours de cette étude. Les résultats obtenus par l'analyses des données physico-chimique et l'abondance des macroinvertébrés nous a permis de ressortit l'existence d'un impact positive entre les trois paramètres (Chlorures, Sulfates, l'Oxygène dissous) et le nombre des macroinvertébrés, les restes paramètres sont généralement faible influence.

L'analyse de la répartition des macroinvertébrés en fonction des paramètres physico-chimiques, montre que notre peuplement peut être classé en peuplement préférant les courants rapides, milieux de bonne d'oxygénation, et discerner une grande adaptation aux eaux séléniteuses.

Conclusion

Conclusion

Conclusion :

L'étude que nous avons réalisée sur la source de milok qui fait partie des cours d'eau d'une région aride (Laghouat), nous a permis à dresser un inventaire de sa faune benthique.

Les échantillons ont été prélevés pendant quatre mois (février, mars, avril, mai).

Cette étude a montré que la distribution temporelle des macroinvertébrés au niveau du milieu d'étude est variée. L'analyse des résultats qualitatifs obtenus dans cette région d'étude relève l'existence d'une richesse de peuplement de macroinvertébrés benthiques assez faible (7 taxons).

Les groupes les mieux représentés sont les Ephéméroptères sont nettement dominants .ils représente la famille la plus dominante est la famille des Baetidae avec 5281 individus soit 96% de totalité des peuplements de la zone d'étude de plus.

les Trichoptères (129 individus) il représente les familles : Hydropsychidae viennent en deuxième position, ensuite les Diptères il représente la famille Chironomidae représenté un faible pourcentage égale 1.4% .

les ordres des Gastéropodes et les coléoptères, les Hétéroptères, les Nématodes sont faiblement représentés.

La structure du peuplement de macroinvertébrés benthique et leur abondance dans l'habitat est régie par un complexe de facteurs environnementaux qui varient d'une région à une autre, certains d'entre eux comme la nature de substrat, la vitesse du courant, la hauteur de la lame d'eau sont habituellement considérés comme des facteurs écologique susceptibles d'influencer directement à la richesse de la faune benthique. Les activités anthropique peuvent être aussi in problème quant à la colonisation et la reproduction des macroinvertébrés benthiques.

D'une manière générale, toutes les conditions climatiques et géomorphologiques ont une forte influence sur l'abondance et la richesse des macroinvertébrés dans les cours d'eau.

Conclusion

En perspectives, il serait intéressant à l'avenir de prospecter d'une façon approfondie ce réseau hydrographique et engager des suivis annuels, afin d'établir l'influence des facteurs du milieu sur la distribution et l'abondance de la faune benthique. il serait souhaitable de prospecter d'autres source dans la région de Laghouat sur une longue durée afin de déceler ou établir l'impact des paramètres physico-chimiques sur la faune benthique.

Références Bibliographiques

Les références bibliographique

A

Abbassi ,F, 2014 : Etude de la biodiversité des macro-invertébrés dans les d'eau de Oued M'ZI, mémoire de mastère, université Amar Telidji Laghouat, 59 p.

ADE 2019 : Algeriennes d'eaux , wilaya de laghouat

Adandedjan;D; 2012: Diversité et déterminisme des peuplements de macroinvertébrés benthiques de deux lagunes du Sud- Bénin : la Lagune de Porto-Novo et la Lagune Côtière. Thèse de doctorat Université d'Abomey-Calavi-Bénin, 261 p.

AFNOR,2004: Association Française de Normalisation ; ISO 834-1, Essai de résistance au feu- Elements de construction- partie1: Exigence générales. 15p, Octobre 2004.

Allan;J. D,1995: Functional organization of strem fish assemblages in relation to hydrological variability. Ecology .76(2) 606-627.

Ariella.M et Raphael.C et Sylvi.G (2012) :les livres de ministère de l'écologie de l'énergie ,du développement durable et de l'aménagement du territoire sont disponibles dans les rayons suivants ,20 p

AVALLET. P.A, 2014 : Les plans d'eau Préserver la biodiversité dans le Grand Lyon.Grand Lyon.

ALHOUSSEINI S., 2002: Le poisson, une nouvelle ressource au barrage de Manantali. In. Orange, D. ; Arfi, R.; Kuper, M.; Morand, P.; Poncet, Y. (eds.) Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales, pp. 501-513 [Colloques et Séminaires] IRD Paris

AGROPOLIS, 2007: Les dossiers d'Agropolis international, "Ecosystèmes aquatiques : ressources et valorisation", n°6, 68 p.

B

Barbour, T.M., Gerritsen, J., Snyder, B. D. & J. B. Stribling. (1999): Rapid Bioassessment Protocols for use in streams and Wadeable Rivers: Periphyton,

Benthic Macroinvertebrates and fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. u.s.
Environmental Protection Agency; Office of water; Washington, D. C.

BARKAT ;K;2016: Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du Barrage Béni Haroun) ; Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master p36

Borrer, D.J et White,R.E.1999: le guide des insectes du québec et de l'Amérique du Nord, les guides Peterson, Québec, Canada.

Boulton,A.J, Findlay, s, Marmonier, P, Stanley E.H et Valett, H.M,2008: the functional significance of the hyporheic zone in streams and rivers. Annual Review of Ecology and Systematics, (1998), 29, 59-81.

Berryman, D. (1990) : Sélection de nouveaux indicateurs de la qualité des cours d'eau du Québec. Ministère de l'environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, rapport no. QE-90-05, Envirodoq no. EN900140 QE/67/1, 77 pages.

BOISSONNEAULT;Y;2006 : Le suivi écologique des rivières au Québec; comparaison des bioindicateurs basés sur les invertébrés et les diatomées benthiques) mémoire de master l'université du Québec 137p.

C

Camargo,J,A, Alonso, A. et Dela puente, M.2004: Multimetric assessment of nutrient enrichment in impounded rivers based macroinvertebrates. Environmental Monitoring and publishers, 96:233-249

Camara, A, Diomande,I, D. & Gourene G, 2014: Impact des eaux usées et de ruissèlement sur la biodiversité des macroinvertébrés de la rivière Banco (Parc Diversité des macroinvertébrés au sud-ouest du Gabon 119 National du Banco, Côte d'Ivoire). Revue du CAMES, 2, 58-68.

Chaumeton;H; Berly;A ;Durantel ;P;2002: faune de France- invertébrés d'eau douce Oued Seybousse (ouvrage collectif crée par Losange (edition Artémis),143p. haref Mémoire de Magister , UNIVERSITE 08 MAI 1945 DE GUELMA 136p)

Chakri, K., 2007. Contribution a l'étude écologique de Daphnia magna (Branchiopoda :Anomopoda dans la Numidie, et inventaire des grands Branchiopodes en Algérie. Thèse de doctorat d'état. Université Badji Mokhtar Annaba. 171 p.

Charvet; S; 1999: Intégration des acquis théoriques récents dans le diagnostic de la qualité écologique des cours d'eau à l'aide des bioindicateurs invertébrés. Thèse doctorale université Claude Bernard Lyon I. 77 p.

Claude Lefeuvre;J; et Pion;N: L'eau douce en France : histoire d'un long combat, Milan, Toulouse, 2009, 116 p. (ISBN 978-2-7459-2940-2).

D

David, S. M., Somers, K. M., Reid, R. A., Hall, R. J. & R. E. Girard. (1998):

Sampling protocols for the rapid bioassessment of streams and lakes using benthic

DEJOUX C et LAUZANNE L et LEVAQUE C., 1969. - "Evaluation qualitative et quantitative de la faune benthique dans la partie Est du Lac Tchad", Cah.OSRSTOM, Sér.Hydrobiol, 3,3-58, 1969

Doumenge;C; et al; 2015: Aires protégées d'Afrique centrale – État 2015. Rapport OFAC, Kinshasa, République Démocratique du Congo et Yaoundé,Cameroun, 256 p.

Djellouli;Y;2006 : Ressources en eau des zones arides et semi-arides au Maghreb; Université du Maine, avenue Olivier Messiaen 72 085 LE MANS cedex 9 (France)).

Diomande ,D et al, 2009: Diversité des Macroinvertébrés Benthiques de la Rivière Agnéby (Côte d'Ivoire; Afrique de l'Ouest). European Journal of Scientific Research, 35(3), 368-377.

Dudgeon,D .1999: Tropical Asian Streams: Zoobenthos, Ecology and Conservation. Hong Kong University Press, Hong Kong.

E

ECOSPHERE; 2012: Etude d'Impact Environnemental relative à l'Implantation d'une palmeraie Lot 2 dans la zone de Mouila. Rapport d'EIES, Olam Palm Gabon, p320.

El Alami, M. & Dakki, M. (1998): Peuplements d'Ephéméroptères et de Trichoptères de l'oued Laou (Rif occidental, Maroc) : distribution longitudinale et biotypologie. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, n021 (1997-1998), pp. SI -70.

European Council,2000: DIRECTIVE 2000/60/EC of the European Parliament and of the council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy, 1-72.

F

FERGUANI, H. & ARAB, A. 2013: Utilisation des macroinvertébrés benthiques comme bioindicateurs de pollution d'Oued El-Harrach. 4ème Congrès International des Populations et des Communautés Animales Taghit, Algérie. Communications internationales: 205-212.

H

Harper, P. P. & L. Cloutier. (1989) :Effets des travaux de drainage sur la faune benthique d'un ruisseau agricole (Ruisseau des Anges, St. Roch-de-l'Achigan, Cté de Montcalm). Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 83 pages.

HELLAWELL, J. M., 1986 : Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management, Londres, Elsevier, 546 p.

Hershey, E. A. & G. A. Lamberti. (2001): Aquatic insect ecology. Dans: Ecology and classification of North America freshwater invertebrates, second edition. Academic Press. Thorp, H.I & A.P. Covish, Ed., 1056 p.

Hesseanne S, Karabaghli ,Ch, Mangot ,S, et Saadat S, 2014 : les macroinvertébrés benthiques , conception et réalisation- DREAL centre (KLEBERF Florence) ISBN : .978-2-11-138629-7 janvier 2014

Horton, R.E, 1945: Erosional development of streams and their drainage basins- Hydrophysical approach to quantitative morphology, Bulletin of the Geological Society of America, vol.56,p.257-370

Heliott Touron Poncet, 2014 : Biodiversité des communautés d'invertébrés benthiques des rivières de la Guadeloupe et réponses aux perturbations anthropiques, thèse de doctorat, l'université Paul Sabatier – Toulouse III ,256p

I

Illies, J 1950: the freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera*. Institut of freshwater Research. Drottningholm Report, 4.46:424-6.

Illies, J 1978: Limnofauna Europaea. A checklist of the animals inhabiting European inland waters, with accounts of their distribution and ecology . Gustav Fischer verlag, Stuttgart.

G

Gaillard, J, M, 1998 : Gastéropodes in : fiches FAO d'identification des espèces . pour les besoins de la pêche. (Révision1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. I (Invertébrés : 515632). Fischer, W, et al (Eds). FAO, Rome, Vol. 1 : iii-xvi+1-760p

Gagnon E. & Pedneau J., 2006 : Survol Benthos : Guide du volontaire, programme de surveillance volontaire des petits cours d'eau. CVRB, Guide pédagogique, Québec, Canada, 32 p

Goaziou; Y; 2004; ECOSPHERE, 2012, 2013: Goaziou Y., 2004. Méthodes d'évaluation de l'intégrité biotique du milieu aquatique basées sur les macroinvertébrés benthiques. Rapport de stage. Direction du suivi de l'état de l'environnement Environnement Québec, 157 p..

Genin, B et Chauvin, C, Ménard, F, 2003 : cours d'eau et indices biologiques. 1iere . édition, Dijon: 221p

Giudicelli. J., Dakki, M. & DIA, A. 1985: Caractéristiques abiotiques et hydrobiologiques des eaux courantes méditerranéennes. Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie, 22: 2094-2101

K

Koumba; M; Mipounga; H et al. 2017: Diversité familiale des macroinvertébrés et qualité des cours d'eau du Parc National de Moukalaba Doudou (sud-ouest du Gabon)) Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology 2017 70, 107-120.

M

Martin;M 2013: projet de restauration de la source du pla d'avall. Intérêt patrimonial de cette source. Nohedes : réserve naturelle de Nohedes , mairie de Nohedes.

Maul;A ; Vagost ;D et Block ; J;C ; 1989 : staratégies d'échantillonnage pour analyse microbiologique sur réseaux de distribution d'eau : méthodes et programmes informatiques.

Moisan, J et Pelletier, L 2008: Guide de suerveillance biologique basé sur les macroinvertébrés benthiques d'eau du quebec-cours d'eau peu profonds à substrats grossier. 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 macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Surveillance volontaire des coures d'eau peu profonds, Direction du Suivi de l'etat de l'environnement, ministères du développement durable, de l'environnement et des Parcs, 82p.

Moisan & Pelletier, 2011: .Protocole d'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, Cours d'eau peu profonds à substrat meuble 2011. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN :978-2-550-61166-0 (PDF), 39 p.

Moisan,J et Lyne Pelletier (2013) : Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec , par page98>>

N

Nisbet, M et Vernequx,J,1970 : composantes chimiques des eaux courantes.Discussion et proposition de classes en tant que base d.interpretation des analyses chimiques.Annl, Limnol, 6(2) :161-190.

Nicolas;J; 2012: Les macroinvertébrés benthiques d'eau douce)UPMC - Sorbonne Universités - Salle 109, couloir 45-55 1er étage 4 Place Jussieu, 75005 PARIS.

O

Oertli, B, J Biggs, R, Cereghino, P. Grillas, P. Joly et J.B

P

Pauw, N et G. Vqnhooren, 1993: Method for biological quality assessment of water course in Belgium, *Hydrobiologie*, 100:153-168.

Peterson, M, 2006: course materials: Biology 326, ecology lab. Washington University, Department of biology, Bellingham, Washington

Tachet, H, Richoux, P, Bournad, M et usseglio-polater, PH, 2000; Invertebres des eaux douce, systematiae, ecologie, biologie. Ed CNRS-Paris. 588p.

S

Sanogo S., Kabre T.J.A. & Cecchi P., 2014: Inventaire et distribution spatio-temporelle des macroinvertébrés bioindicateurs de trois plans d'eau du bassin de la Volta au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (3), 1005-1029.

Sellam ; N; Viñolas A; et al 2016: L'utilisation des Coleoptera, Ephemeroptera et Diptera comme bioindicateurs de la qualite des eaux de quelques Oueds en Algérie ; *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 80: 47-56. ISSN 2013-3987 (online edition): ISSN: 1133-6889 (print edition).

Sanogo S., Kabre T.J.A. & Cecchi P., 2014: Inventaire et distribution spatio-temporelle des macroinvertébrés bioindicateurs de trois plans d'eau du bassin de la Volta au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (3), 1005-1029.

T

Tachet; H et al 2014: invertébrés d'eau douce édition CNRS page 607.

Tachet, H. (2002): Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. CNRS Edition. 587 pages.

Thibault I, Fournier H, Nadeau D, Legault M et Arvisais M., 2011: - Inventaire ichtyologique provincial du touladi (*Salvelinus namaycush*). Minis des Ressources naturelles et de la Faune. Bibliothèque nationale du Québec, ISBN : 978-2-550-62982-

Thomas, J.D. 1993: Biological monitoring and tropical biodiversity in marine environments: A critique with recommendations, and comments on the use of amphipods as bioindicators ». *Journal of Natural History*, 27 :795-806.

V

Vande Weghe J.P., 2012: Les parcs nationaux du Gabon ;Moukalaba Doudou. World life Conservation Society, Libreville, Gabon, 296 p. Vande Weghe J.P., 2012b. Wonga Wonghé. Agence Nationale des Parcs Nationaux, Libreville, Gabon,192 p.

VERNEAUX, J. 1980: Fondements biologiques et écologiques de l'étude de la qualité des eaux continentales : les principales méthodes biologiques. P. 289-345. In: Pesson, P. La pollution des eaux continentales. Ed. Gauthier- Villars. Paris. 345 p.

Z

Zouggaghe1.F & Moali1.A, 2012: Répartition rive-chenal des macro-invertébrés benthiques dans des rivières Algériennes (Soummam et ses affluents) *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 67, 2012. **250p**

zouggaghie,F,2010: etude des communautes de macroinvertebres benthiques dans le bassin versant de la sommam (Algerie). These de doctorat, Universite de Bejaia A./Mira de Bejaia,64p.

U

U.S.EPA,2002: United States Environmental Protection Agency (U.S.EPA), 2002 : Biological Assessments and Criteria Components of Water Quality Programs, United States Environmental Protection Agency, EPA 288-F-02-006, été 2002.

Annexes



Appareil de multi-paramètre



Méthode de dosage volumétrique



Appareil spectrophoto



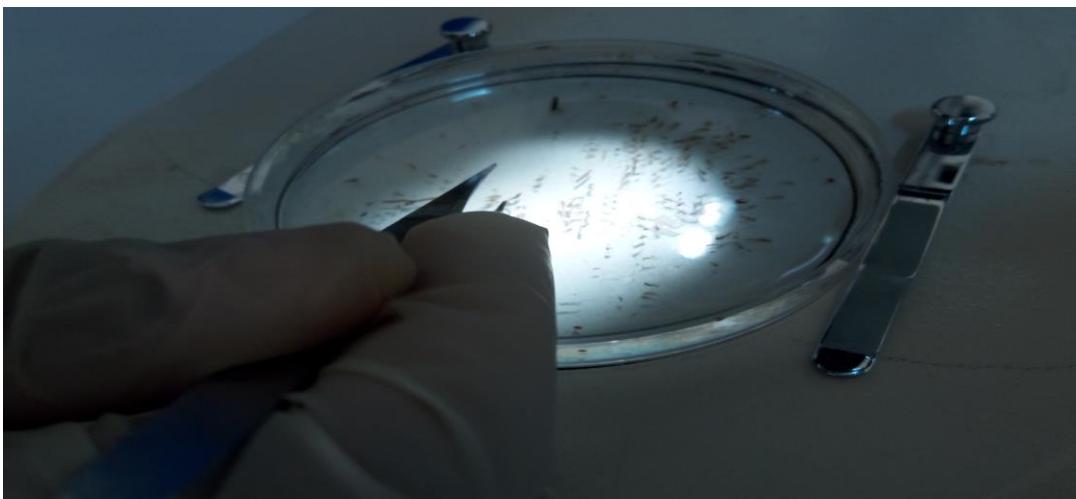
stéréoscope



Filet



Le tube



Boites de pétrie



Pissett

Résumé

Résumé

L'objectif de Cette étude est la connaissance des effets paramètres physico-chimiques tel que : la température ; le pH, la conductivité, salinité, l'oxygène dissous, le calcium ; le magnésium, le nitrate, le sulfate, le chlorure, le bicarbonate, la vitesse. Sur la communauté des macroinvertébrés benthiques, dans la source de Milok de la région de Laghouat, notre étude a été entamée durant quatre mois allant de février jusqu'au Mai de l'année 2019.

L'étude faunistiques nous a permis de recenser un totale de 5500 individus répartis en 7 groupe zoologiques (les éphéméroptères, les Trichoptères, les Diptères, les coléoptères, Gastropodes, les Hétéroptères, Némathomorpha.) et 12 familles, tel que : Baetidae, Hydropsychidae, Chironomidae, Hydromidae , Hydrobiidae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Elmidae, Hydrophidae, Némathodes et deux famille indéterminé). d'après les résultats obtenus confirment que les macroinvertébrés peuvent être confiné aux habitats à courants rapides, milieux de bonne d'oxygénation, et discerner une grande adaptation aux eaux séléniteuse, et montrent que l'eau de la source de Milok est douce et dure.

Les mots clés: Paramètres physico-chimiques, Source de milok, Laghouat, les macroinvertébrés,

Abstract:

The objective of the knowledge of the physicochemical parameters such as: temperature; pH; conductivity; salinity, dissolved oxygen; calcium; magnesium;; nitrate;; sulfate; chloride; bicarbonate; vitesse on the pattern of the comminuted of the benthic Macro-invertebrates, in the source of Milok of the area of Laghouat, our study was started for four months from February to May or year 2019.

the faunistic study enabled us to count a total of 5502 individuals divided into seven zoological groups (les éphéméroptères, les Trichoptères, les Diptères, les coléoptères, Gastropodes, les Hétéroptères, Némathomorpha.) and thirteen families : Baetidaes, Hydropsychidae, Chironomidae, Hydromidae , Hydrobiidae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Elmidae, Hydrophidae, Némathodes et deux famille indéterminé the results obtained confirm that the macro-invertebrates can cofine with the habitats with

Résumé

fast currents, mediums of good of oxygenation, and to distinguish a great gypsum adaptation to waters.

Key words : parameters physico-chemical, Milok source ,Laghouat , Macro-invertebrates.

التلخيص :

الهدف من هذه الدراسة هو التعرف على تأثير العوامل الفيزيو-كيميائية : الحرارة, وسعة الهيدروجين, الناقلية, الملوحة, الأوكسجين المذاب, الكالسيوم, المغنسيوم, النترات, الكبريتات, البيكربونات السرعة على توزيع مجتمع اللافقريات الكبيرة القاعية في منبع عين الميلىق منطقة الأغواط . دراستنا تمت فترة أربعة أشهر من فيفري إلى ماي من سنة 2019

من خلال الدراسة الحيوانية حددنا 5500 فرد مقسمة إلى سبعة مجموعات حيوانية

les éphéméroptères, les Trichoptères, les Diptères, les coléoptères, و 13 عائلة من خلال النتائج المحصل عليها نؤكد Gastropodes, les Hétéroptères, Némathomorpha. Baetidae, Hydropsychidae, Chironomidae, Hydromidae , يمكن Hydrobiidae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Elmidae, Hydrophidae, Némathodes et deux famille indéterminé أن تتلاءم مع التيارات السريعة, و الأوساط ذات الأوكسجين الجيد, وتتميز بتأقلمها الكبير مع المياه السلينتية

الكلمات المفتاحية

العوامل الفيزيو- كيميائية و منبع الميلىق والاعواط والافقريات الكبيرة القاعية.