

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*

*Filière : Sciences Biologiques*

*Option : Parasitologie*

### THEME

---

**Impact des paramètres physico-chimiques sur  
la répartition des Ephéméroptères cas de  
La source de Milok (Laghouat).**

---

Présenté par :

**HEROUALA FATNA**

**LARABI DOUNYA**

Devant le jury :

**Président(e) : Dr CHAIBI RACHID**

**Examineur: Dr MERABTI BRAHIM**

**Promotrice : Dr SELLAM NASSIMA**

Soutenu publiquement le :07/06/2018.

## **Résumé**

Pour contribuer à la connaissance des effets des paramètres physico-chimiques sur la répartition de la communauté des éphéméroptères (Macroinvertébrés benthiques) dans la source de Milok de la région de Laghouat, notre étude a été entamée durant la période printanière de l'année 2018.

L'étude faunistique nous a permis de recenser un total de 955 individus répartis en 2 de familles *Baetidae* et *Ceanidae*. Les *Baetidae* se caractérisent par une grande répartition temporelle, ils constituent la famille la plus abondante avec 922 individus (98%). Le suivi temporel de 17 paramètres physico-chimiques des eaux de notre source paraît globalement normal et indique que la source n'est pas polluée. L'étude statistique des paramètres physico-chimiques et le nombre d'éphéméroptères par le coefficient de la corrélation de Pearson, pour mettre en évidence la relation entre nos taxons recensés, et les paramètres analysés, a été limitée sur 3 paramètres corrélés fortement positive avec les éphéméroptères (oxygène dissoute, sulfate, chlorures). Les résultats obtenus confirment que les éphéméroptères peuvent être confiné aux habitats à courants rapides, milieu de bonne d'oxygénation, et discerner une grande adaptation aux eaux séléniteuse.

**Mots clés :** Ephéméroptères, Laghouat, source Milok , paramètres physico-chimique.

## *Remerciements*

*Avant tout, nous remercions dieu qui a illuminé notre chemin et qui nous a armés des courages et de la patience pour achever nos études.*

*Puis, nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur Dr SELLAM NASSIMA (Professeur de science de biologie)*

*Nos plus grands respectes à*

*Dr CHAIBI RACHID de m'avoir fait l'honneur d'accepter de  
présider le jury de la soutenance.*

*Dr MERABTI BRAHIM pour accepter d'examiner ce travail.*

*Aussi à tous ceux qui nous ont aidés près ou de loin dans l'élaboration  
de travail.*

*Nous remercierais également tous les enseignants du département de  
biologie et collègues de la Promotion 2ème années Master  
parasitologie en 2018.*

*Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la  
réalisation de ce travail.*

# *Dédicaces*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et  
Source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me  
Voir réussir, à toi mon père **Elhadj Elouakal**.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon  
Cœur, ma vie et mon bonheur ; ma mère **Zahra** que j'adore.*

*A tous mes frères et mes sœurs : **Kadi, Moustapha, Amin, Tahar,**  
et **Hamida, Khaldia thoraya, fatima, fatom, zargha, widad, Aya.***

*A les petites fleurs de ma vie : **Nada, fatima, Islam, Anfal, Abdou,***

*A mon fiancé **youcef***

*Et tout la famille **Boubakri** surtout **Hamid***

*Et à toute ma famille **Herouala**.*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient  
toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnée durant mon chemin  
d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude, et frères de  
cœur : Mon Binôme **Dounya Larabi***

*et mon amis **Fatima Saadaoui**,*

*À tous les étudiants de la promotion 2017/2018*

*Option : Ecologie et Environnement...*

*A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer ...*

**FATNA.....**

# *Dédicace*

*A la mémoire de mes grands-parents.*

*A mes très chers parents Mohamed et Ounissa qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.*

*A mes chers frères.*

*A mes sœurs FATNA et NASSRIA que sans elle je ne serais pas devenu ce que je suis aujourd'hui.*

*A ma très cher demi-sœur mon ange gardien, ma confidente*

**MAHDJOUBA.**

*A mes nièces Achwak et Arwa, Marieme, Fatna.*

*A mes neveux Mohamed, Ayoub, Sifo, Iliasse, Oussama, Redwane, Walid et mon petit cœur Mohamed.*

*A mes tantes et à mes oncles. A tous mes amis.*

*A Mes meilleures amies Khadîdja, Fatna, Fatima, Hadjira et à toute sa famille respective.*

*Je dédie ce mémoire*

**DOUNYA**

## Liste des Tableaux

N°	Titre	Page
<b>Tableau 01 :</b>	Moyenne mensuelle et annuelle des Températures de la région de Laghouat (2008-2017)	17
<b>Tableau 02 :</b>	Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de la région de Laghouat (2008-2017)	17
<b>Tableau 03 :</b>	Les valeurs de Q D'Emberger	19
<b>Tableau 04 :</b>	Classes de vitesse du courant selon l'échelle de berg (Decamps, 1971)	22
<b>Tableau 05 :</b>	Méthodes d'analyses des paramètres physico-chimiques	24
<b>Tableau 06 :</b>	Matrice de corrélation de Pearson	45

## Liste des figures

N°	Titre	Page
<b>Figure 01 :</b>	Les cycles de vie des Ephéméroptère	<b>06</b>
<b>Figure 02 :</b>	Clé générale de l'identification des Ephéméroptères selon la morphologie	<b>07</b>
<b>Figure 03 :</b>	Situation géographique de la région de Laghouat	<b>14</b>
<b>Figure 04 :</b>	Carte des étages bioclimatiques de la wilaya de Laghouat	<b>16</b>
<b>Figure 05 :</b>	Diagramme d'Obrothermique de Bagnouls Gaussien de la région de Laghouat 2008-2017	<b>18</b>
<b>Figure 06 :</b>	Le climagramme d'Emberger de la région de Laghouat 2008-2017	<b>20</b>
<b>Figure 07 :</b>	Localisation de la région d'étude (coure d'eau Milok)	<b>21</b>
<b>Figure 08 :</b>	Photo de la source d'eau de Milok	<b>21</b>
<b>Figure 09 :</b>	Echantillonneur de type Troubleau (manuelle)	<b>26</b>
<b>Figure 10 :</b>	Tri et détermination des Ephéméroptères.	<b>27</b>
<b>Figure 11 :</b>	Variation mensuelle des valeurs de la Température (C°)	<b>29</b>
<b>Figure 12 :</b>	Variation mensuelle des valeurs de pH	<b>30</b>
<b>Figure 13 :</b>	Variation mensuelle des valeurs de Conductivité électrique	<b>31</b>
<b>Figure 14 :</b>	Variation mensuelle des valeurs de Salinité	<b>32</b>
<b>Figure 15 :</b>	Variation mensuelle de la vitesse du courant	<b>32</b>
<b>Figure16 :</b>	Variation mensuelle de la Minéralisation	<b>33</b>
<b>Figure17 :</b>	Variation mensuelle de l'oxygène dissous.	<b>33</b>
<b>Figure18 :</b>	Variation mensuelle de Calcium	<b>34</b>
<b>Figure19 :</b>	Variation mensuelle de Magnésium	<b>35</b>
<b>Figure20 :</b>	Variation mensuelle de Chlorures	<b>36</b>
<b>Figure21 :</b>	Variation mensuelle de Sulfate	<b>36</b>
<b>Figure22 :</b>	Variation mensuelle de Bicarbonates	<b>37</b>
<b>Figure23 :</b>	Variation mensuelle de Nitrates	<b>38</b>
<b>Figure24 :</b>	Variation mensuelle de Nitrites	<b>39</b>
<b>Figure25 :</b>	Variation mensuelle d'Azote ammoniacal	<b>40</b>
<b>Figure26</b>	Variation mensuelle de Phosphates	<b>40</b>
<b>Figure27 :</b>	Vue générale d'une larve de <i>Baetidae</i>	<b>42</b>
<b>Figure28 :</b>	Vue générale d'une larve de <i>Caenidae</i>	<b>42</b>

<b>Figure29 :</b>	Proportion des familles des Ephéméroptères à la source d'eau Milok	<b>43</b>
<b>Figure30</b>	La répartition mensuelle d'ordre des Ephéméroptères	<b>44</b>
<b>Figure31 :</b>	corrélacion entre les larves des Ephéméroptères et la variation d'oxygène dissous	<b>46</b>
<b>Figure32 :</b>	corrélacion entre les larves des Ephéméroptères et la variation de chlorures	<b>47</b>
<b>Figure33 :</b>	corrélacion entre les larves des Ephéméroptères et la variation de sulfate	<b>47</b>

## **Abréviation :**

**μs/cm** : micro siemens par centimètre

**ADE**: Algériennes des eaux

**C°** : degré

**Ca<sup>2+</sup>**: Calcium

**Cl** : Chlorure

**d** : distance de 1 mètres (m).

**E** : Est

**EDTA** : Sel dissodique d'acide éthylène diamine tetracétique

**F°** : degré français

**Fig** : figure

**GPS** : globale positioning system

**H<sup>+</sup>** : Hydrogène

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Bicarbonate

**i** : Imaginale

**I** : Imago

**L** : larve

**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<sup>2+</sup>** : Magnésium

**N**: Nord

**NH<sub>3</sub><sup>+</sup>**: Ammoniac

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Azote ammoniacal

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrite

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrate.

**O** : Œuf.

**O<sub>2</sub>** : oxygène dissous.

**P**: Pluviométrie annuelle.

**PH** : potentiel Hydrogène.

**PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>** : Phosphate.

**S**: Seconde.

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : Sulfate.

**T** : Température.

**t** : temps de parcours (s).

**Tab** : tableau.

**TH** : dureté totale

**V** : vitesse du courant (m/s).

**Résumé**

<b>Liste des Tableaux .....</b>	<b>I</b>
<b>Liste des Figures .....</b>	<b>II</b>
<b>Liste d'abréviation .....</b>	<b>IV</b>
<b>Introduction générale.....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre I : Eléments Bibliographique</b>	
1. Les Ephéméroptères.....	04
1.1. La biologie des Ephéméroptères.....	04
1.1.1. Systématique.....	04
1.1.2. Le développement des Ephéméroptère.....	05
1.2. Les écologies des Ephéméroptères .....	06
1.3. La classification des Ephéméroptères.....	07
1.3.1. La classification selon la morphologie externe des Ephémères.....	07
1.3.2. La classification selon les types de biotopes des Ephémères.....	08
1.3.2.1. Larves nageuses.....	08
1.3.2.2. Larve agrippeuses.....	08
1.3.2.3. Larve rampantes.....	08
1.3.2.4. Larve fouisseuses.....	08
1.3.3. La classification selon de nutrition des Ephémères.....	09
1.3.3.1. Les collecteurs rassembleurs et les collecteurs filtreurs.....	09
1.3.3.2. Les racleurs d'algues.....	09
1.3.3.3. Les déchiqueteurs des matières organiques grossières .....	09
1.3.3.4. Les prédateurs.....	09
2. Intérêt des paramètres physico-chimiques.....	09
2.1. Températures et pH.. .....	09
2.2. Conductivité électrique .....	10
2.3. Oxygène dissous.....	10
2.4. La dureté totale (TH).....	11
2.5. Ions majeures (Chlorures, Sulfates, Calcium, Magnésium, Azote ammoniacal).....	11
2.5.1. Calcium et Magnésium .....	11

2.5.2. Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).....	11
2.5.3. Chlorure ( $\text{Cl}^-$ ).....	11
2.5.4. Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ).....	11
2.6. Bicarbonate.....	12
2.7.Sels nutritifs (Nitrates et Nitrites) et Phosphate.....	12
2.7.1. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).....	12
2.7.2. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).....	12
2.7.3. Phosphate ( $\text{PO}_4^{-3}$ ).....	13

## **Chapitre II : Matériels et Méthodes**

1. Présentation générale de la région d'étude.....	14
1.1. Situation géographique.....	14
1.2. Les reliefs.....	14
1.3.Le sol .....	15
1.4.Hydrologie.....	15
1.5.Caractérisation climatique.....	16
1.5.1. Climat.....	16
1.5.2. La température.....	17
1.5.3. Les précipitations.....	17
1.5.4. Synthèse climatique.....	18
1.5.4.1. Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	18
1.5.4.2.Le climagramme d'Emberger.....	18
2. Choix et description des stations étudiées (source d'eau Milok).....	20
2.1.Caractéristique de la source d'eau Milok.....	21
2.2.La mésologie de la source d'eau Milok.....	21
2.2.1. Largeur et profondeur.....	21
2.2.2. Vitesse de courant.....	22
3. Périodicité des prélèvements.....	22
4. Qualité physico-chimique de la source d'eau.....	23
4.1.Méthodes des prélèvements et d'analyse.....	23
5. Matériel biologique.....	25

5.1. Technique biologique.....	25
5.2. Tri et détermination.....	26
6. Analyse de traitement des données.....	27
6.1. Teste de corrélation du Pearson.....	27

### **Chapitre III : Résultats et discussions**

1. Les études mésologiques.....	29
1.1. Variabilités temporelles de la qualité physico-chimique.....	29
1.1.1. Température.....	29
1.1.2. Potentiel hydrogène pH.....	30
1.1.3. Conductivité électrique.....	30
1.1.4. Salinité.....	31
1.1.5. Vitesse du courant.....	32
1.1.6. Minéralisation.....	33
1.1.7. Oxygène dissous.....	33
1.1.8. Calcium.....	34
1.1.9. Magnésium.....	35
1.1.10. Chlorure.....	35
1.1.11. Sulfate.....	36
1.1.12. Bicarbonate.....	37
1.1.13. Nitrate.....	38
1.1.14. Nitrite.....	38
1.1.15. Azote ammoniacal.....	39
1.1.16. Phosphate.....	40
1.2. Les études faunistiques.....	41
1.2.1. Abondance des Ephéméroptères.....	43
1.2.2. Répartition des larves des Ephéméroptères.....	43
1.3. La corrélation entre les différents paramètres physico-chimique et la répartition des larves des Ephéméroptères.....	44
1.3.1. Oxygène dissous.....	45
1.3.2. Chlorures.....	46
1.3.3. Sulfates.....	47
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>49</b>

### **Résumé**

**Abstract**

**المخلص**

**Annexes**

**Références bibliographiques**

***Introduction***

***générale***

## **Introduction générale**

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement. Les eaux de surface sont moins stables, et contiennent des matières minérales et organiques en suspension qui peuvent engendrer désagréments olfactifs et gustatifs. Elles nécessitent un traitement physico-chimique parfois complexe dans des infrastructures importantes **(Sari., 2014)**.

Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques, ils jouent des rôles essentiels dans la conservation de la biodiversité, dans le fonctionnement des organismes et dans le cycle de matière organique **(Haouchine., 2011)**.

La gestion des écosystèmes aquatiques répond essentiellement à deux préoccupations : la protection de l'écosystème et de ses potentialités biologique et la préservation des ressources hydriques. Les études de la faune benthique et de son écologie, revêtent d'une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels, et dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydro systèmes **(Bebba., 2016)**.

Dans les milieux aquatiques, les observations biologiques sont considérées comme complémentaires des analyses chimiques d'échantillons d'eau et sont souvent plus discriminantes que ces dernières **(Resh et al., 1996)**. les macro-invertébrés sont de véritables indicateurs des variations du milieu et sont utilisés comme révélateurs des perturbations subies par le milieu. Ces organismes présentent, en effet, des caractéristiques intéressantes pour la conception d'outils qui sont, une large répartition géographique, une diversité biologique élevée, une sédentarité au sein de leur habitat, leur valeur intégratrice des variations des conditions du milieu et leur sensibilité aux perturbations. Donc, les macro-invertébrés benthiques constituent les organismes les plus performants et les plus utilisés pour réaliser un éco-diagnostic des milieux aquatiques **(Sellam., 2017)**.

Notre travail s'investit dans la problématique principale de bio-évaluation par l'utilisation des larves des Ephéméroptères comme un groupe faunistique particulier d'étude. L'ordre des éphéméroptères est parmi les groupes d'insectes

les plus anciens qui ont pu exister sur terre, ils sont apparus au carbonifère supérieur (**Hubbard., 1987**). Cet ordre d'arthropodes est l'un des principaux groupes de macro-invertébrés benthiques dans les écosystèmes lotiques, les éphéméroptères correspondant à un ordre d'insecte hémimétaboles dont les larves sont exclusivement aquatiques, celles-ci se caractérisent typiquement par la présence d'yeux composées, de trois (plus rarement deux) cerques (**Tachet., 2006**).

Les larves d'Ephéméroptère sont fragiles face à la pollution des eaux et sont parmi les premiers êtres vivants à disparaître lorsque les conditions du milieu sont modifiées par la pollution. Ils sont donc utilisés comme indicateurs de la qualité des milieux aquatiques et leur population sont surveillées. Donc les diverses études ont montré que ce groupe est un matériel favorable dans les études écologiques, notamment dans l'estimation de la qualité biologique des eaux. Ils se caractérisent par leur grande valeur bio-indicateur vis-à-vis des nuisances par les cours d'eau, du fait que ce groupe contient une forte proportion d'espèce ayant des exigences écologiques strictes (**El Alami., 2002**).

En Afrique du nord, grâce aux travaux les plus anciens d'**Eaton (1899)**, **Navas (1922)** une première liste faunistique, et d'après **El Alami et al (2000)**, **Abdaoui et al (2010)**, **Zrelli (2014)**, et **Zerlli (2015)** sont les travaux les plus réalisés jusqu'à présent, la majorité des travaux effectués en Algérie sur la biodiversité, la biogéographie et les aspects écologiques de tous les macro-invertébrés benthiques et leur utilisation dans l'évaluation de la qualité biologique des eaux. Le présent travail se base sur l'analyse de la distribution longitudinale d'un seul groupe faunistique, les Ephéméroptères dans la source Milok dans la wilaya de Laghouat.

Ainsi, nos principaux objectifs sont :

- ✓ Définir la qualité physico-chimique des eaux de source d'eau de Milok de Nord-Ouest de la wilaya de Laghouat.
- ✓ Connaître la biodiversité des Ephéméroptères dans cette source ainsi que révéler l'influence des paramètres physico-chimiques sur ce groupe.

Notre travail est subdivisé en 3 chapitres :

- Le 1<sup>er</sup> chapitre donne un bref aperçu sur l'écologie et biologie des Ephéméroptères, en se basant sur des recueils bibliographiques, afin de mener une idée générale sur cet insecte et sur les paramètres physico-chimiques d'eaux.

- Le 2<sup>ème</sup> chapitre est consacré à une exposition des caractéristique géographique,

Hydrologique, et climatique de source de Milok , la méthodologie adoptée pour les prélèvements des eaux et de la faune, les analyses physico-chimique de l'eau et l'identification des Ephéméroptères.

- Le 3<sup>ème</sup> chapitre définit les résultats de la qualité physico-chimique globale de la source d'eau étudiée, et la diversité biologique des Ephéméroptère. Ce chapitre examine aussi la relation entre la faune et son milieu, et l'influence des paramètres physico-chimique sur la repartions des Ephéméroptères, et il se termine par une discussion de nos résultats.

Enfin, une conclusion générale ainsi que les perspectives ouvrant la voie pour d'autres études.

*Chapitre I :*  
*Elément*  
*Bibliographique*

## **1. Les Ephéméroptères**

Les Ephéméroptères ce sont des insectes hémimétaboles dont les larves sont aquatiques et les adultes sont aériens. Les stades ailés se caractérisent par une durée de vie très brève variant entre quelques minutes à un moins. Par contre, le développement larvaire qui se déroule dans les eaux douces peut durer des mois, voire même des années, avant d'atteindre le stade imaginal (**Bebba., 2016**).

Ils sont caractérisés par la présence de deux (rare) ou trois queues (deux cerques et un paracérque). Leurs pattes ne portent qu'une griffe, ce qui les distingue des plécoptères. Tous portent des branchies abdominales sur les segments 4 à 7 et, selon le genre, sur les segments 1 à 3. La forme et la position de ces branchies sont capitales pour leur identification. Les larves ont tous dix segments abdominaux. On détermine leur numéro (le même que celui des branchies) en comptant à partir du dixième, c'est-à-dire de l'extrémité de l'abdomen. De façon générale, ils sont sensibles à la pollution (**Moisan., 2010**).

### **1.1. La biologie des Ephéméroptères**

Les Ephémères doivent leur nom à leur très courte vie adulte. Celui de l'Ephémère commune ne vit que quelques heures à quelques jours, les temps de se reproduire. Il ne se nourrit pas. La nuit, les mâles dansent en bande au-dessus de l'eau, s'accouplant immédiatement avec les femelles qui s'approchent de l'essaim. Les mâles meurent aussitôt après l'accouplement. Les femelles vivent un peu plus longtemps, le temps de pondre leurs œufs dans l'eau. La larve vit enfouie dans le fond sablonneux des cours d'eau et des plans d'eau. Elle se nourrit de matière organique morte, d'algues et parfois de proies microscopiques. Elle se développe durant un an ou deux avant de se transformer en adulte (**Albouy., 2014**).

#### **1.1.1 Systématique**

##### **A) Systématique de famille de Baetidae**

**Règne :** Animal

**Embranchement :** *Arthropodes*

**Sous Embranchement :** *Hexapode* (3 paires de pattes)

**Classe :** *Insecte*

**Sous-classe :** *Ptérygotes* (Insecte aile)

**Ordre :** *Ephéméroptères*

**Super- famille :** *Hydrophiloidea*

**Famille :** Baetida

**Genre :** *Baetis*

**Espèce :** *Baetis pavidu* ..... (Chana et Maamri., 2013).

### **B) Systématique de famille de Caenidae**

**Règne :** Animal

**Embranchement :** *Arthropodes*

**Sous Embranchement :** *Hexapode* (3 paires de pattes)

**Classe :** *Insecte*

**Sous-classe :** *Ptérygotes* (Insecte aile)

**Ordre :** *Ephéméroptères*

**Super- famille :** *Hydrophiloidea*

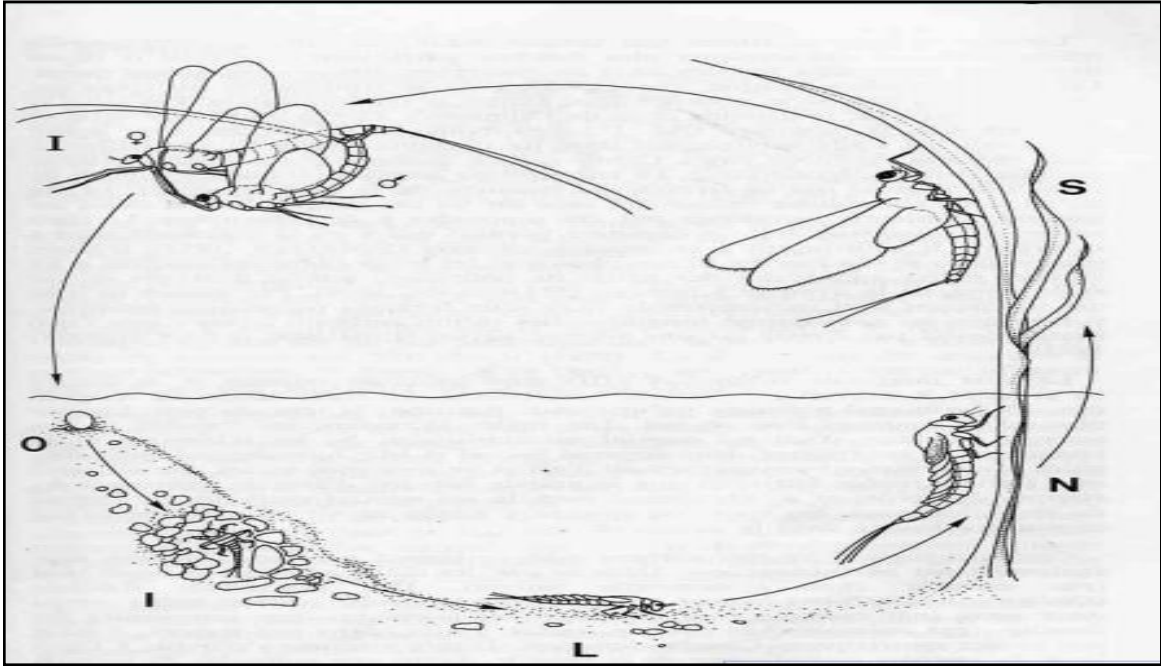
**Famille :** *Caenidae*

**Genre :** *Caenis*

**Espèce :** *Caenis lactuosa*,..... (Chana et Maamri., 2013).

#### **1.1.1. Le développement des Ephéméroptères**

Leur cycle de développement comprend quatre stades : l'œufs toujours aquatique, la larve également aquatique et deux stades aériens, la sub-imago et l'imago. La sub-imago est ailée et aérienne et issue de la larve, l'imago également aérienne, correspond à une desquamation totale ou partielle de la sub-imago. Toutefois, même lorsqu'elle n'est que partielle, la mue concerne toujours les organes génitaux afin de permettre la copulation. Du fait également de cette desquamation, les imagos d'Éphémères ne portent des phanères d'aucune sorte sauf des soies sur les bords postérieurs des ailes chez certains Pannotes. Selon les familles, la systématique de cet Ordre est essentiellement basée sur les larves (*Baetidae*) ou sur les imagos (autres Familles) (Elouard et Gibon., 2001).



**Figure 01** : les cycles de vie des Éphéméroptères (**Righetti., 2016**).

**O** : l'œuf, **i** : imaginaire, **L** : larve, **S** : sub-imago, **I** : Imago

## 1.2. Les écologies des Ephéméroptères

Les larves d'éphémères sont présentes dans presque tous les types de milieux aquicoles. Ils forment une part importante du benthos des eaux courantes, des étangs et mares ainsi que des berges des lacs. C'est toutefois dans les eaux courantes où se trouve la plus grande diversité. Les larves présentent de très nombreuses adaptations morphologiques notamment pour s'adapter aux courants rapides (**Gattolliat., 2002**).

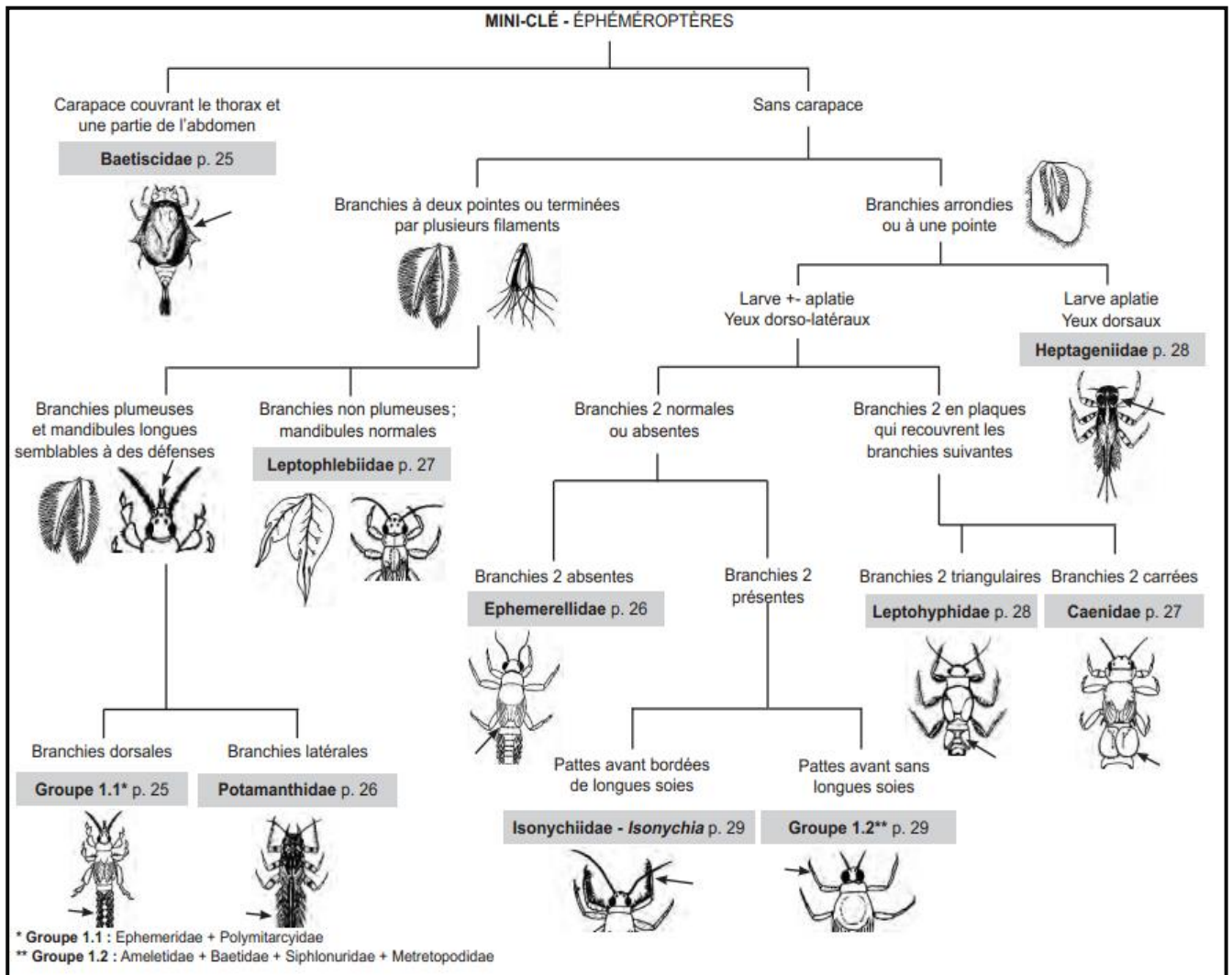
Ce sont des organismes benthiques puisqu'ils se cantonnent dans les zones plus profondes des cours d'eaux, des marais ou des lacs. Certaines espèces dites lithophiles préfèrent vivre sur et/ou sous le substrat minéral (bloc, galets, cailloux, sable ou limon). D'autres espèces phytophiles préfèrent s'abriter dans la végétation aquatique ou dans les supports recouverts des débris organique (**Bebba., 2016**).

Les Ephéméroptères jouent un rôle important à la chaîne trophique car ils servent de nourritures des poissons. Leurs larves décomposent la matière organique (feuilles mortes, algues) et contribuent donc au recyclage du carbone. Elles sont la proie d'autres insectes aquatiques et surtout des poissons nobles comme les truites, la ou il n'y a pas d'éphémères, il n'ya pas de truites ; Ces pourquoi ces insectes sont considérés comme de bons bio indicateurs de l'état sanitaires des rivières (**Chana et Maamri., 2013**).

### 1.3. La Classification des Ephéméroptères

#### 1.3.1. La classification selon la morphologie externe des Ephémères

La systématique des larves s'appuie sur la morphologie des pièces buccales et la structure des branchies. Ces caractères sont particulièrement utilisés en ce qui concerne les Baetidae, les Leptophlebiidae et les Heptageniidae. Ils sont plus difficiles à utiliser pour les Ephémérellidae et les Oligoneuriidae (Elouard et Gibon., 2001).



**Figure 02 :** Clé générale de l'identification des Ephéméroptères selon la morphologie (Moisan., 2010).

### 1.3.2. La classification selon les types de biotopes des Ephémères

#### 1.3.2.1. Larves nageuses

Elles se trouvent principalement dans la végétation aquatique et sur le fond, dans les eaux stagnantes ou à faible courant. Le corps est allongé, fusiforme. Elles se déplacent rapidement par des mouvements d'ondulation de l'abdomen. Il s'agit notamment de la plupart des genres de *Baetidae* (*Afroptilum*, *Xyrodromeus*, *Cloeon*...) (Gattolliat., 2002).

#### 1.3.2.2. Larves agrippeuses

Elles colonisent les zones des rivières où le courant est important. Comme les larves nageuses, les larves agrippeuse sont capables de nager assez rapidement, elles préfèrent toutefois rester en contact avec le substrat auquel elles s'accrochent fermement. De nombreuses espèces présentent un aplatissement dorso-ventral caractéristique (*Heptageniidae* notamment), alors que d'autres ont développé un hydrodynamisme très poussé (*Afroptiloides* ou *Rheoptilum* chez les *Baetidae*) (Gattolliat., 2002).

#### 1.3.2.3. Larves grimpeuses

Ce sont de mauvaises nageuses qui vivent principalement dans la végétation des eaux calmes. Les *Ephemerellidae* sont les représentants type de cette catégorie (Gattolliat., 2002).

#### 1.3.2.4. Larves rampantes

Ce sont également de mauvaises nageuses, mais contrairement aux larves grimpeuses, elles restent principalement posées sur le substrat. Leur corps est soit allongé avec des longues branchies souples (*Leptophlebiidae*) ou trapu et de petite dimension avec la deuxième paire de branchies transformées en bouclier pour protéger les autres branchies (*Caenidae*) (Gattolliat., 2002).

#### 1.3.2.5. Larves fouisseuses

Se retrouve chez les larves qui se cantonnent dans les lits à substrat meuble où elles creusent des galeries leur servant de refuges. Ces larves se distinguent par la présence de fortes mandibules à long prolongement externe leur servant de soc et par des pattes antérieures robustes capables d'écarter les déblais. Les branchies se rabattent, généralement, sur la surface dorsale des larves (*polymitarcidae*, *Ephemeridae*). Elle vivent dans la vase ou l'argile (Bebba., 2016).

### 1.3.3. La classification selon le mode de nutrition des Ephémères

En ce qui concerne la nutrition, les larves d'Ephéméroptères s'alimentent essentiellement de particules organiques inertes ou vivantes (périphyton, bactéries et champignons). Selon le type d'aliment consommé, nous distinguons deux types de larves : les détritivores se nourrissant de détritus et les herbivores qui s'alimentent des algues et des champignons, le mode de nutrition permet de repérer quatre catégories des larves (Studemann et al., 1992).

#### 1.3.3.1. Les collecteurs rassembleurs et les collecteurs filtreurs

Sont des organismes dont la principale source de nourriture est la matière organique fine en décomposition, les collecteurs rassembleurs sont des détritivores qui se nourrissent des dépôts des matières organiques fines sur les sédiments alors que les collecteurs filtreurs sont des détritivores qui filtrent ou se nourrissent de la matière organique fin en suspension (Merrit et Cummins., 1984).

#### 1.3.3.2. Les racleurs d'algues

Sont des herbivores qui se nourrissent du périphyton qui se retrouve principalement sur les plantes (Merrit et Cummins., 1984).

#### 1.3.3.3. Les déchiqueteurs des matières organiques grossières

Sont considérés comme herbivores, puisqu'ils se nourrissent de tissus de plantes ou comme détritivores lorsqu'ils se nourrissent de tissus de plantes en décomposition (matières organique grossières) (Merrit et Cummins., 1984).

#### 1.3.3.4. Les prédateurs

Sont des carnivores qui nourrissent de tissus animal, ils mangent ou parasitent leur proies (Merrit et Cummins., 1984).

## 2. Intérêt des paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques des eaux naturelles sont en relation avec le climat, la géologie, la biocénose et le temps, ces propriétés déterminent dans une large mesure la capacité auto épuratrice des cours d'eaux (Bebba., 2016).

### 2.1. Températures et pH

La température est l'un des facteurs environnementaux les plus importants pour tous les organismes aquatiques (Alzieu.,1989). La température est, avec la salinité,

un des descripteurs de base pour la connaissance du milieu. La température influe sur l'activité biologique dont dépend la production totale, et sur la répartition des espèces (référendums thermiques), donc, par exemple, sur la pêche (Nehme., 2014).

La mesure de la température est indispensable pour l'interprétation ou le traitement d'autres paramètres. Ainsi, la saturation des gaz dissous est fonction de la température et la mesure du pH requiert la connaissance de la température. Ainsi, la constance de la température d'une eau souterraine constitue un indice de pureté de cette eau puisque ce caractère résulte de l'existence d'une bonne filtration (Nehme., 2014).

Le pH (potentiel Hydrogène) est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène ( $H^+$ ). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique (Devillers et al., 2005)

## 2.2. Conductivité électrique

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle est proportionnelle à la quantité des sels ionisables et varie avec la température (Zourez et Ferhani., 2003). La conductivité est déterminée par un conductimètre en micro-siemens par centimètre ( $\mu S/cm$ ) (Guitoune et ELhella., 2014). Elle augmente avec la température et la concentration en sels dissous (Ballouki., 2012).

## 2.3. Oxygène dissous

Les concentrations en oxygène dissous, constituent avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique (Merabet., 2010). L'oxygène dissous dans les eaux de surface, provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs; tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments (Merabet., 2010).

## 2.4. La dureté totale (TH)

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, des chlorures et des sulfates de calcium et de magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus ou moins l'eau savonneuse de mousser ( **Marcel., 1986**).

Elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de calcium et de magnésium et s'exprime par le titre hydrométrique (TH). L'unité du titre hydrométrique est le milliéquivalent par litre (ou le degré français °F) (**Sari., 2014**).

## 2.5. Ions majeures (Chlorures, Sulfates, Calcium, Magnésium, Azote ammoniacal)

### 2.5.1. Calcium et Magnésium

le calcium et le magnésium (exprimés en mg/L de  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ , respectivement) : la concentration de ces éléments, en solution dans l'eau, est directement liée à la nature géologique du sous-sol. Ces éléments sont à l'origine de la dureté de l'eau (**Heliott., 2014**).

### 2.5.2. Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

Les sulfates (exprimés en mg  $\text{SO}_4^{2-}$ /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**).

### 2.5.3. Chlorure (Cl)

Les chlorures (exprimés en mg/L Cl) : ces ions sont présents à de faibles concentrations dans les eaux de surface. Ils peuvent signaler une influence marine à proximité du littoral. Ils peuvent aussi être localement présents dans des rejets d'origine anthropique (rejets d'industries agroalimentaires, d'industries chimiques...) (**Rodier., 2005**).

### 2.5.4. Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

Le cation  $\text{NH}_4^+$  est produit par réaction acido-basique de l'eau et de façon générale de tout acide avec l'ammoniac  $\text{NH}_3$ . En revanche, en milieu basique à pH supérieur à 9,2, le  $\text{NH}_3$  se dégage dans l'atmosphère (**Ramade., 2000**).

L'azote ammoniacal, assez souvent rencontré dans les eaux, traduit un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Il peut avoir diverses

origines dont la plus grande part de l'azote des eaux superficielles provient de la décomposition des matières organiques contenues dans les débris végétaux des algues, plantes ou herbes du lit ou des berges à l'oued. Les urines humaines ou animales contiennent de grandes quantités d'urée qui induisent la présence d'azote ammoniacal en quantité relativement importante ( **Sebihi., 2015**).

L'azote ammoniacal constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote dans son état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau. Il existe en faible proportion, inférieure à 0,1mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles. Il constitue un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains. Dans les eaux superficielles, il provient de la matière organique azotée et des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère ( **Makhoukh et al., 2011**). La dégradation d'azote ammoniacal entraîne une consommation d'oxygène dans le cours d'eau, au détriment des espèces animales qui risquent de disparaître ( **Cerruti., 2007**).

## 2.6. Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ )

L'ion Bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du  $\text{CO}_2$  à partir des minéraux contenant des carbonates ( **Sari., 2014**).

## 2.7. Sels nutritifs (Nitrates et Nitrites) et Phosphate

### 2.7.1. Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )

les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) (exprimé en mg /L ( $\text{NO}_3^-$ ) : forme la plus oxydée de l'azote minéral, ils sont issus de la minéralisation des matières organiques fermentescibles (type effluents organiques, rejets de STEP...). C'est pourquoi les nitrates constituent un indicateur indéniable d'altération anthropique, et sont trouvés en quantités non négligeables à l'aval des bassins versants ( **Heliott., 2014**).

Les nitrates stimulent la flore aquatique en présence d'autres éléments indispensables et donc augmente la productivité des cours d'eau. Il constitue un support principale dans la croissance du phytoplancton est régénéré à partir des formes organiques par les bactéries ( **Djennati et Drissi., 2015**).

### 2.7.2. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) (exprimés en mg/L de  $\text{NO}_2^-$ ) : ils sont une forme intermédiaire de l'azote entre l'ammonium et les nitrates ( **Heliott., 2014**).

Les nitrites peuvent être rencontrés dans les eaux, mais généralement à des doses faibles. Ils sont présentés à des niveaux bien moindres que les nitrates. Les fortes teneurs correspondant à la réduction des nitrates par les anaérobies sulfito-réducteurs, elles peuvent également être liées à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac (**Bebba., 2016**).

### **2.7.3. Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface peuvent être d'origine naturelle (décomposition de la matière organique et lessivage des minéraux), ou aussi résulter des rejets industriels (agroalimentaires), des rejets domestiques (poly-phosphate des détergents) et de l'utilisation des engrais et des pesticides. Les phosphates doivent être dégradés et hydrolysés par les bactéries en ortho-phosphates pour devenir assimilables par d'autres organismes aquatiques) (**Mouaz et Bentchich., 2017**).

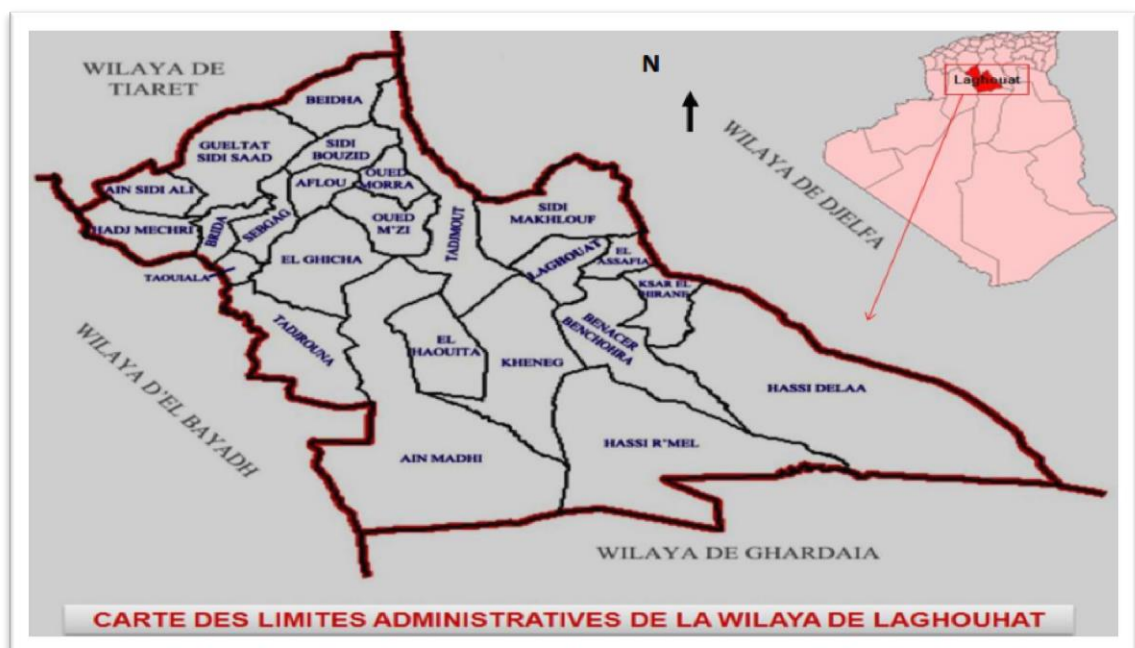
Le phosphore est mesuré sous la forme de phosphore total et d'orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). Le phosphore, sous forme d'orthophosphates, est le facteur limitant de la croissance des végétaux. En effet, la production algale dépend de la substance minérale essentielle qui se trouve en plus faible quantité dans l'eau (loi du minimum). Le phosphore, naturellement en quantité limitée, aura une influence directe sur la productivité des eaux dès que sa concentration augmente. (**Cerruti., 2007**).

*Chapitre II :*  
*Matériels et*  
*Méthodes*

## 1. Présentation générale de la région d'étude

### 1.1. Situation géographique

La wilaya de Laghouat regroupe actuellement 10 daïras et 24 communes, sa superficie de 27561 km<sup>2</sup>, ces coordonnées angulaires sont : 33°48'N, 02° 53'E, Située à plus de 752 m 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 2.000 m ("Djebel AMOUR" 2.200 mètres), et 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 la wilaya de Ghardaïa. Elle est située au centre du pays à 400 Km au sud de la capitale Alger (A.N.I.R.E.F., 2014).



**Figure 03:** Carte des limites administratives de la wilaya de Laghouat (A.N.I.R.E.F., 2014).

### 1.2. Les reliefs

Sur le plan naturel, elle est constituée de deux zones distinctes :

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 1700 m, avec des pentes de 12,5 à 25 %. Elle est constituée de vieux massifs forestiers, d'une superficie de 47095 ha, de nappes alfatières couvrant 315125 ha ainsi que de pacages et parcours s'étendant sur 1531766 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 1000 m et des pentes de 0 à 3 %. Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1 900 000 ha dont une grande partie a été dégradée, sous l'effet de sécheresses prolongées (**A.N.I.R.E.F., 2014**).

### **1.3. Le sol**

Les sols de la wilaya sont formés en majeures parties d'apport alluvial typique sur croute calcaire. Ils sont peu évolués, à texture légère à teneur faible en matière organique ;présentant, ainsi, des contraintes pour l'agriculture (**C.D.F., 2014**).

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 calcaire ce qui explique leur richesse en sels solubles et en calcaires (**Khadraoui., 2004**).

D'après **Halitim (1998)**, les sols dans la zone aride d'Algérie sont généralement 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, limono-sableux et limono-argileux.

### **1.4. Hydrologie**

La région de 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 y sont : Oued M'zi, Touil et Oued Medsous (**C.D.F., 2014**).

Les deux zones de la wilaya de Laghouat (Nord-ouest, Sud-est) sont traversées par les trois oueds dont le plus important est Oued M’zi. Son cours va du Nord-ouest vers le Sud-est. Il y a lieu d’ajouter l’existence de plusieurs sources qui constitueraient un apport considérable pour l’agriculture si toutefois leurs captages seraient réalisés (C.D.F., 2014).

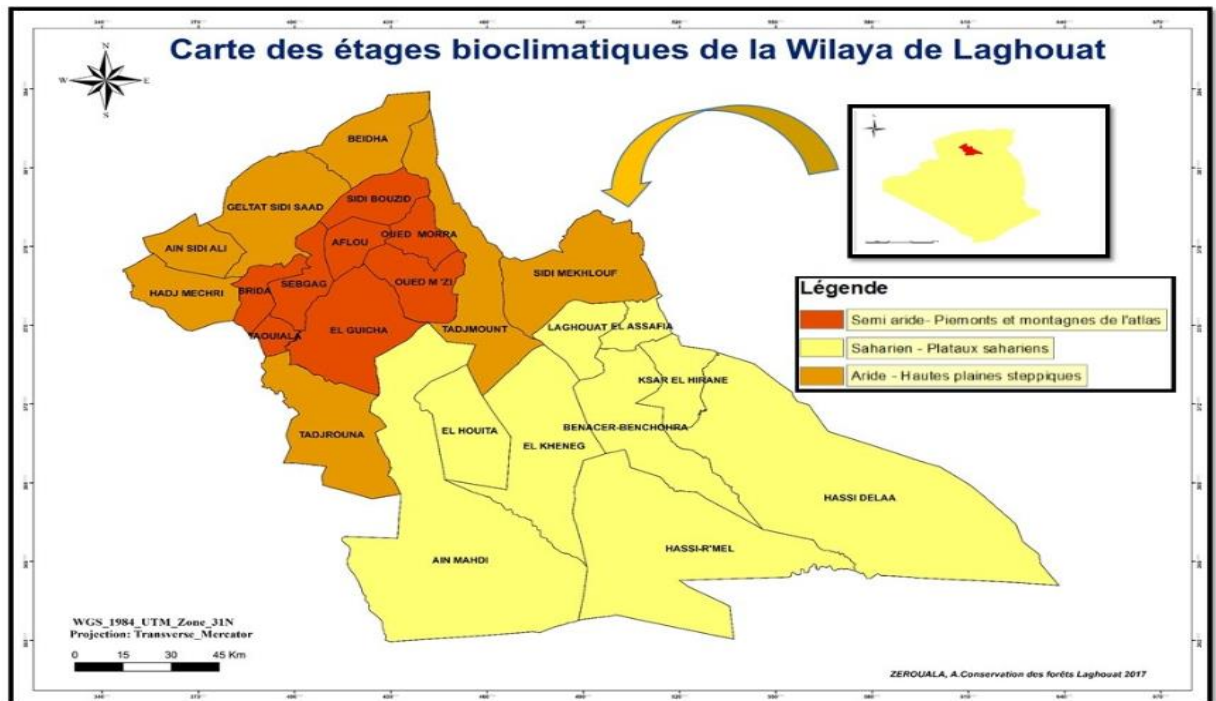
**1.4. Caractérisation climatique**

**1.4.1. Le climat**

Les facteurs climatiques jouent un rôle important dans le comportement hydrologique des cours d’eau alimentant un bassin versant. Ce sont les précipitations surtout liquides, qui constituent le facteur essentiel intervenant par :

Leur répartition annuelle et mensuelle, leur total journalier et surtout les averses génératrices des crues.

Ces différents aspects des précipitations sont plus ou moins modifiés selon un effet combiné des autres paramètres physiques ( altitude et exposition) et climatiques : la température, l’évapotranspiration, le vent et l’humidité aussi ; des facteurs qui influent sur l’écoulement et régime hydrologique du bassin (Bebba.,2016).



**Figure 04:** Carte des étages bioclimatiques de la wilaya de Laghouat (A.N.I.R.E.F., 2014).

**1.4.2. La température**

La température est élément du climat le plus important était donnée que tous les processus métabolique en dépendant (Dajoz., 2006). Les températures de la région d'étude collectées durant la période allant de 2008 à 2017 sont récapitulées dans le Tableau01.

**Tableau01:** Moyenne mensuelle et annuelle des Températures de la région de Laghouat (2008-2017)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
T (°C)	<u>8,73</u>	9,88	13,62	18,04	22,61	28,01	<u>32,20</u>	30,94	25,36	19,99	12,89	8,97	<b>231.24</b>

Source : (ONM., 2018).

D'après ces données, nous notons le mois le plus froid dans la région de Laghouat est le mois de Janvier avec une température minimale de 8,73 °C, tandis que le mois le plus chaud est celui de Juillet avec une température maximale de 32,20 °C.

**1.4.3. Les précipitations**

Les précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude collectées durant la période allant de 2008 à 2017 sont récapitulées dans le (Tab 02). A partir des données enregistrées sur une période de 10 ans (2008-2017). La précipitation moyenne annuelle est d'environ 155,27 mm à la station de Laghouat. Le période la plus pluvieuse est répartie entre le mois Septembre et le mois Octobre avec de moyenne de 27, 53 mm en Septembre. Cependant, le mois le plus sèche est Juin avec de moyenne de 7,45mm (Tableau 02).

**Tableau02 :** Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de la région de Laghouat (2008-2017)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
P (mm)	9,77	8,58	10,56	18,72	9,93	<u>7,45</u>	7,96	10,85	<u>27,53</u>	23,31	12,45	19,35	<b>155.27</b>

Source : (ONM., 2018).

**1.4.4. Synthèse climatique**

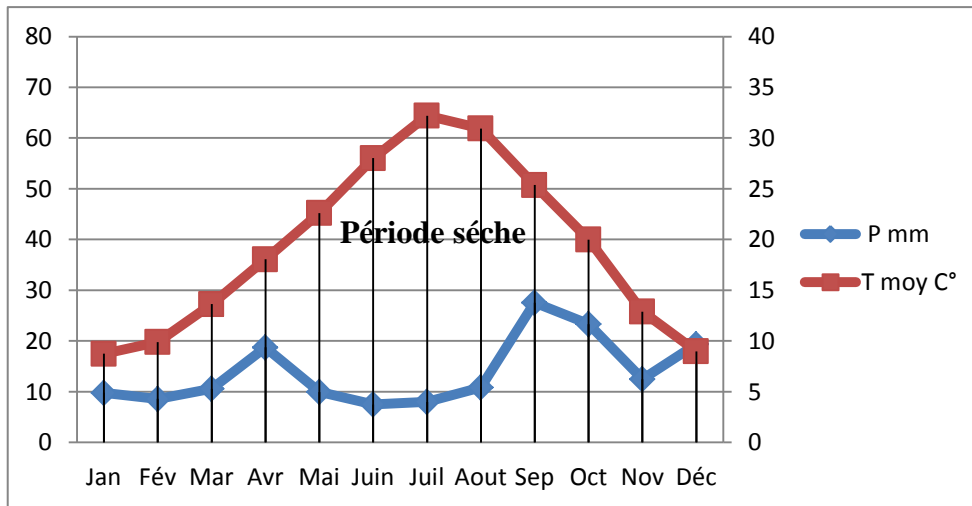
La synthèse climatique peut s’expliquer par plusieurs indices, dont nous retiendrons plus particulièrement le diagramme ombrothermique établi par Gaussen et le quotient pluviométrique d’Emberger.

**1.4.4.1. Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen**

Le diagramme ombrothermique permet de représenter les éléments du climat d'une région du point de vue précipitations et températures pendant une période donnée et permet également de préciser les périodes sèches et humides (Dajoz., 1985).

D’après Dajoz (1979), la sécheresse s’établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne exprimée en degrés Celsius ( $P \text{ (mm)} < 2T \text{ (}^\circ\text{C)}$ ). A cet effet, nous pouvons constater, en se référant aux données météorologiques, que la région de Laghouat subit une période sèche durant toute l’année.

Pour localiser les périodes humides et sèches de la zone d’étude, nous avons tracé diagramme Ombrothermique pour les périodes allant de 2008-2017 pour la région de Laghouat.



**Figure 05 :** Diagramme d’Obrothermique de Bagnouls Gaussen de la région de Laghouat 2008-2017

**1.4.4.2. Le climagramme d’Emberger**

Le quotient pluviothermique d’Emberger (Q) permet de déterminer l’étage bioclimatique d’une région méditerranéenne et de la situer dans le climagramme

d'Emberger. C'est un quotient qui est fonction de la température moyenne maximale (M) du mois le plus chaud, de la moyenne minimale (m) du mois le plus froid en degrés Celsius et de la pluviosité moyenne annuelle (P) en mm. Ce quotient est d'autant plus élevé que le climat de la région est humide. Il est calculé par la formule suivante :

$$\text{Ce quotient a été simplifié par Stewart : } Q = 3,43 * \frac{p}{(M-m)}$$

P: Pluviométrie annuelle.

M : Température maximale du mois le plus chaud.

m : Température minimale du mois le plus froid.

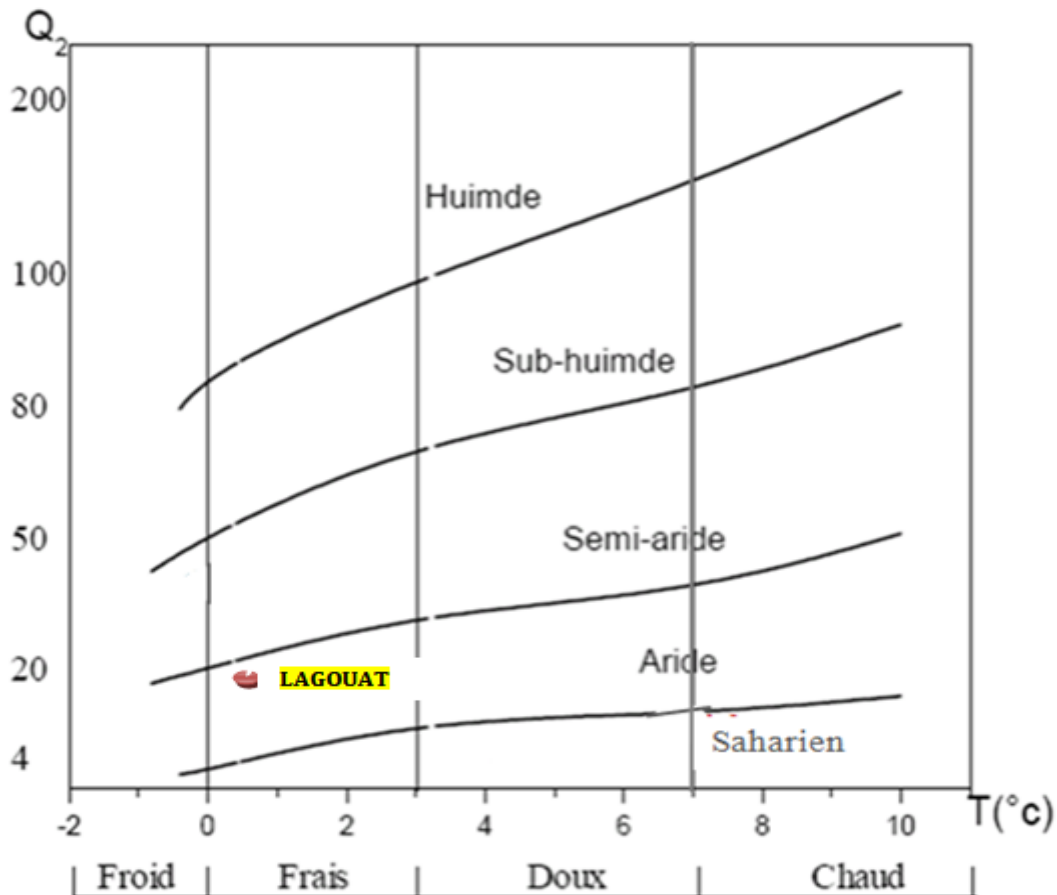
Les résultats sont reportés dans le tableau suivant (T en (K°)=T en (C°) +273.2) :

**Tableau03** : Les valeurs de Q D'Emberger

Zone d'étude	P (mm)	M (C°)	m (C°)	Q
	155.27	27.53	7.45	<b>26.52</b>

$$Q = 3.43 * \frac{155.27}{(32.20 + 8.73)}$$

Q=26.52



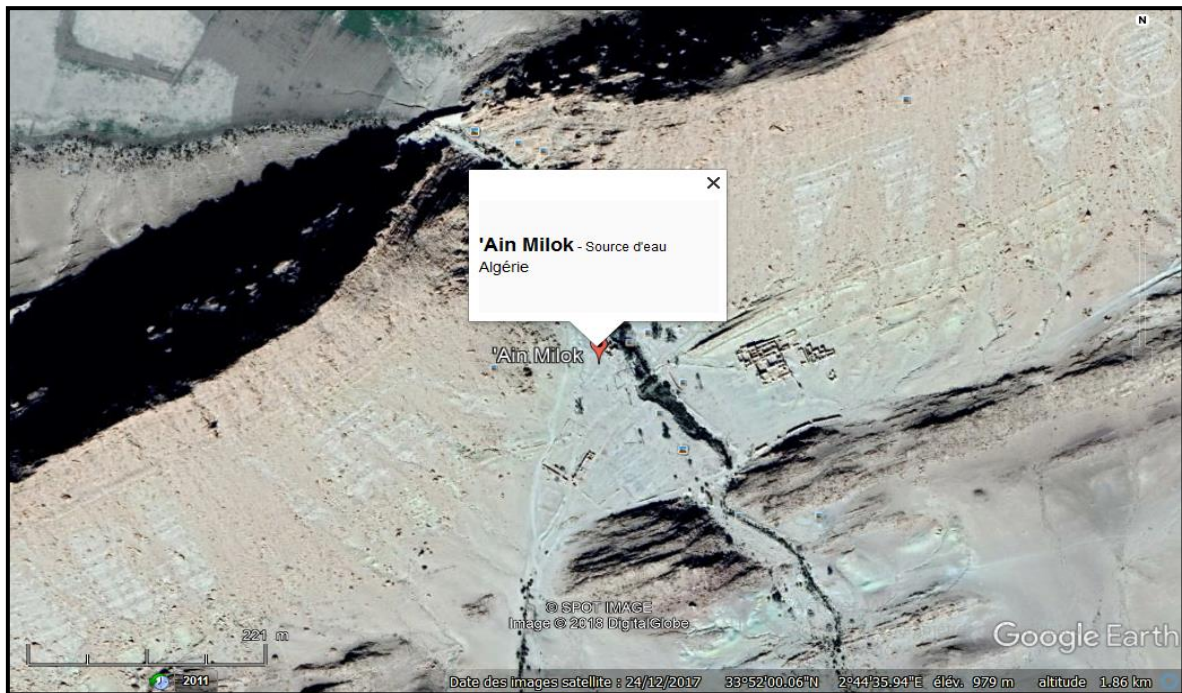
**Figure 06** : Le climagramme d'Emberger de la région de Laghouat 2008-2017

Par conséquent, nous pouvons classer la région de Laghouat dans l'étage Aride à l'été et dans la zone Frais à l'hiver.

## 2. choix et description des stations étudiées

La source de Milok est située dans la région Nord-Ouest de la wilaya de Laghouat, à environ 20 km au Nord de département de la wilaya, se trouve dans djebel Milok qui est limitée par la chaîne des monts de djebel amour au Nord de Laghouat, c'est un cours d'eau considéré comme un affluent très important pour les citoyens et les éleveurs locaux. Ses coordonnées géographiques sont :

- Altitude : 848m.
- Latitude : 33°51 '40" nord.
- Longitude : 2°44'22" Est



**Figure 07 :** Localisation de la région d'étude (source d'eau Milok) (Google Earth., 2018).

### 2.1. Caractéristique de la source d'eau Milok

- ✓ Altitude: 848m
- ✓ Profondeur moyenne : 17.5 cm
- ✓ Vitesse du courant : Rapide
- ✓ Substrat : Gravier, Caillaux, Sable
- ✓ Végétation aquatique: Algues  
des plantes aquatique
- ✓ Largeur moyenne:1.5 m



**Figure 08 :** La source d'eau Milok(Originale., 2018).

### 2.2. la mésologie de la source d'eau Milok

#### 2.2.1. Largeur et profondeur

La largeur a été mesurée à l'aide d'un mètre et la profondeur a été par une règle graduée.

### 2.2.2. Vitesse de courant

Les écoulements de surface représentent un facteur écologique essentiel qui agit sur la composition, la structure des biocénoses aquatiques et il exerce une influence sur le comportement, la distribution et le métabolisme des communautés.

L'écoulement est caractérisé par un profil de vitesse qui dépend du débit, des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, des apports des affluents ainsi que de la taille des substrats et de la profondeur de la lame d'eau (**Haouchine., 2011**).

La vitesse du courant a été mesurée par une méthode simple, à l'aide d'une feuille de plante lancé dans le sens du courant en même temps que le déclenchement du chronomètre. Le temps mis par la feuille de plante pour parcourir une distance de 1 mètre donne une estimation de la vitesse du courant selon la formule suivante :

$$V = d/t$$

**V** : vitesse du courant (m/s).

**d** : distance de 1 mètres (m).

**t** : temps de parcours (s).

Pour évaluer la vitesse de courant, après la conversion de son unité en cm/s. nous avons adoptés la classification de berg (Tab04) (**Bebba., 2016**).

**Tableau 04:** Classes de vitesse du courant selon l'échelle de berg (**Decamps., 1971**)

Vitesse (cm/s)	< 10	10 à 25	25 à 50	50 à 100
Classification	Très lente	Lente	Moyenne	Rapide

### 3. Périodicité des prélèvements

Pour une meilleure approche des relations faune-milieu, l'échantillonnage doit être réalisé sur tous les habitats qui composent le lit d'un cours d'eau. Autrement dit, dans toute étude quantitative, l'échantillonnage doit refléter les diverses conditions du milieu et être basé sur des relevés suffisamment nombreux pour permettre une estimation convenable des effectifs.

Dans notre étude, les prélèvements ont été réalisés durant les trois mois (Mars, Avril, Mai) avec un total de 05 sorties. Les échantillons sont prélevés avec une fréquence de deux fois par mois soit 05 prélèvements dans cette station.

#### **4. Qualité physico-chimique de la source d'eau**

Dans les études hydro-biologiques d'un écosystème, en plus des prélèvements des facteurs biotiques (récolte du macrofaune), il s'avère nécessaire de faire également plusieurs prélèvements concernant des paramètres abiotiques (mésologiques et physico-chimiques). En effet, la nature physico-chimique des eaux et les caractéristiques mésologiques des cours d'eau expliqueraient la présence ou l'absence de certaines espèces animales ou végétales et conditionneraient leur développement. Ceci nécessiterait, en premier lieu, d'avoir une bonne connaissance de la variabilité temporelle des paramètres caractérisant leur biotope.

##### **4.1. Méthodes des prélèvements et d'analyse**

A chaque prospection d'une station ont été notés les paramètres mésologiques sur une fiche technique de terrain : vitesse du courant qui est sous l'influence de la morphologie du cours d'eau (coordonnées GPS(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).

Les mesures de la température de l'eau, du potentiel hydrogène (pH), de la salinité et de la conductivité électrique ont été faites in situ à l'aide d'un analyseur multi-paramètre de type Consort C5020 (Annexe 01), la vitesse du courant a été estimée à l'aide d'un chronomètre, en mesurant le temps mis par un flotteur pour parcourir une distance de 1 mètres.

D'autres paramètres des prélèvements de l'eau dans des bouteilles plastiques d'une capacité d'un (01) litre. Le prélèvement d'un échantillon d'eau était une opération délicate à laquelle le plus grand soin a été apporté car il conditionnait le résultat analytique et l'interprétation de la répartition et de l'écologie de la faune étudiée.

L'échantillon devait être homogène, représentatif et obtenu sans pour autant modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau. Pour cela, l'eau a été analysée au

laboratoire d'Algériennes d'Eaux de Laghouat dans 24 heures qui ont suivi le prélèvement. Parmi les éléments qui ont été dosés, les ions majeurs (Chlorures, Sulfates, Calcium, Magnésium), les ions Bicarbonates et oxygène dissous (méthode de dosage volumétrique), et les sels nutritifs (Nitrates, Nitrites) et les Phosphores, et l'Azote ammoniacal (spectrophotométrie)

Le tableau 05 résume les méthodes et matériel utilisés pour la réalisation de ces analyses physico-chimiques.

**Tableau05** : Méthodes d'analyses des paramètres physico-chimiques.

Paramètre	Unité	Méthode d'analyse
Température	C°	Mesurés par une analyse multi paramètre de type consort C5020
pH	-	
Conductivité	µS/cm	
Minéralisation	mg/l	
Salinité	mg/l	
Dureté totale	-	
Calcium	mg /L	Dosage par les méthodes titrage molaire aux réactifs d'Hydroxyde de Soduim, EDTA
Magnésium	mg /L	La relation entre Th et Ca <sup>++</sup> $\Rightarrow$ Mg <sup>++</sup> =TH- Ca <sup>++</sup>
Chlorures	mg /L	Dosage par les méthodes volumétriques aux réactifs de Nitrate D'argent et K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>
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 Chlorhdrique
Nitrites	mg/ L	Dosage par méthodes spectrophotomètre On prélève 50 ml d'eau +1ml réactivé mixte pour NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (10min) et après on, fait la lecture.
Nitrate	mg/ L	On ajoute 10 ml d'eau d'échantillons + 3 ou 4 goutte de NaOH (5min) + 1ml de solyclate de sodium(0.5% ).Puis entre dans l'étuve (80 C°), après ajoute 16goutte nitrate de potassium(15min) +10ml de NaOH et après on lire la dosage de nitrate par spectrophotomètre

Phosphates	mg/ L	On ajoute 40 ml d'eau d'échantillons + 1 ml acide azotique +0.4ml réactive mixte ( $PO_{3/4}$ ) (10%) Dosage de phosphate par spectrophotomètre.
Azote ammoniacal	mg/ L	On ajoute 40ml d'eau d'échantillons +4ml de R1 pendant 30min +4ml de R2
Titre Hydrotimétrique (TH)	mg/ L	Dosage par la methode de titrage molaire aux réactifs d'hydroscycde d'ammonium et2 gouttes Net. titrée par EDTA
Oxygène dissous	mg/ L	Dans un bécher, 100 ml d'échantillonnage +02ml de phénolphtaléine Ajouter0.5 ml acide sulfurique plus 02ml iodure de potassium, + quelque goutte de L'inducteur d'amidon +2 ml de sulfate de magnésium, Titrer par tiolsulfure de sodium

Source :(ADE., 2018)

## 5. Matériel biologique

Les variations des paramètres physico-chimiques et hydro-morphologiques exercent plus ou moins une pression sur les organismes vivants (macro invertébrés benthiques) et peuvent être responsable de changement des communautés faunistiques. L'un des groupes des macro-invertébrés benthiques, que revêt une importance primordiale dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydro-systèmes est l'ordre des éphéméroptères. En Algérie cette faune est peu connue. En effet, depuis les travaux anciens d'Eaton (1899), de Navas (1922, 1929) et de Lestage (1925), seulement quelques études a été particulièrement axées sur les éphéméroptères. La majorité des travaux mentionnent les taxons de cet ordre à coté d'autres insectes aquatiques (Bebba., 2016).

Afin de mieux connaître ce groupe d'insecte, nous avons tenu à étudier leur écologie, la distribution temporelle. L'étude des stades larvaires était le moyen le plus sûr pour étudier la qualité d'eau, parce que les adultes peuvent se déplacer loin de leur d'éclosion.

### 5.1. Technique biologique

Pour effectuer des prélèvements, on sélectionne en général un tronçon de cours d'eau dans la longueur est sensiblement égale à 1 m, ou bien qui représente

approximativement dix fois la largeur du lit mouillé nommé la station qui est l'unité de base de l'échantillonnage.

Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'un filet troubleau (fig, 07), à ouverture circulaire d'une surface de 0.05 m<sup>2</sup> à maille de 250 µm, . 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 retournées 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 bouteilles en plastiques, puis fixés par le formol à 10% sur place. La date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notés à chaque prélèvement.

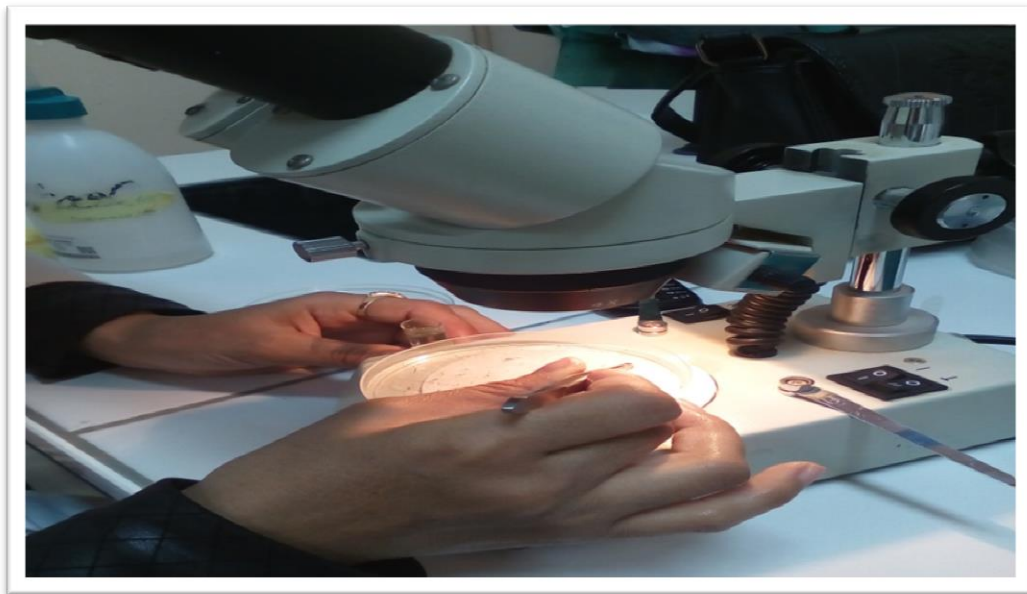


**Figure09:** Echantillonneur de type Troubleau (manuelle) (**Originale., 2018**).

## 5.2. Tri et détermination

Au laboratoire, les spécimens sont rincés sur une tamis ,afin d'éliminer au maximum le substrat fin restant, et les éléments grossiers (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. La détermination se faisant

sous une loupe binoculaire ou stéréoscope (Annexe 04), en séparant les Ephéméroptères de toute autre faune benthique, à l'aide des clés de **Tachet et al , (2010)** (fig ,09).



**Figure 10 : Tri et détermination des Ephéméroptères (Originale., 2018).**

## **6. Analyse de traitement des données**

### **6.1. Test de corrélation de Pearson**

Cette méthode a pour but de simplification, l'ordination et la coordination des données initiales, en exprimant la trame complexe dans des interrelations entre variables par un plus petit nombre de facteurs (**Pearson et Rosenber., 1978**).

Le test de Pearson calcule et élabore des matrices de coefficients « r » ainsi que des covariances pour toutes les paires de variables d'une liste (option de matrice carré) ou pour chaque paire de variables formée en prenant une variable de chacune de deux listes de variables (option de matrice rectangulaire). Le coefficient de corrélation de Pearson indique le degré de relation linéaire entre les deux séries de données (**Held., 2010**).

Il peut prendre les valeurs -1 à 1. Une valeur de (+1) montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus croissante ; une valeur de (-1) montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation décroissante, et une valeur de (0) montre que les variables ne sont pas linéaires entre elles. Il est considéré comme forte corrélation si le coefficient est supérieur à 0.8 et une faible corrélation si le coefficient est inférieur à 0.5 (**Bolbapoca et Jantschi ., 2006**). Ce coefficient a été

effectué, à l'aide de logiciels statistiques d'analyse de variances et de comparaison de moyenne (MINITAB 12).

***Chapitre III:  
Résultats et  
discussions***

## 1. Les études mésologiques

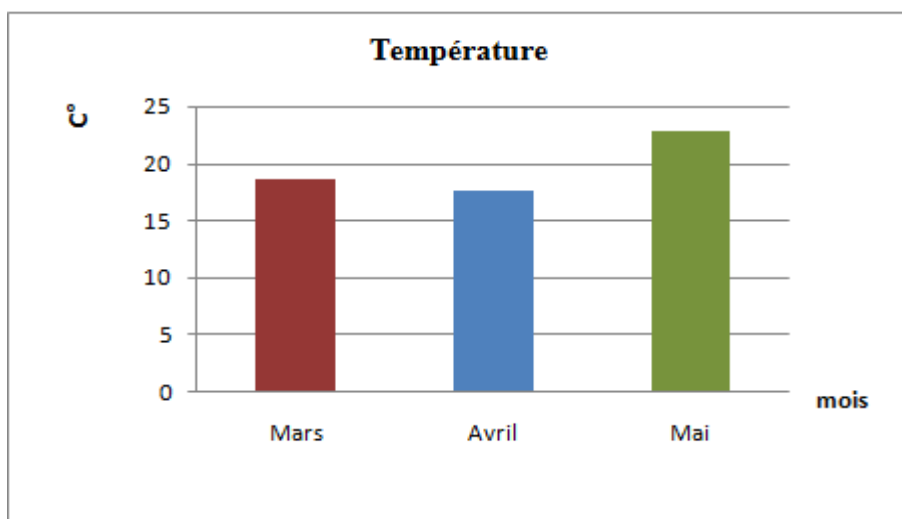
### 1.1. Variabilités temporelles de la qualité physico-chimique

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

#### 1.1.1. Température

La valeur de température à été enregistrée en mois de Mars (18.56 C°), cette valeur diminuent en mois d'Avril, enregistrée comme valeur minimale (17.7C°), en Mai, on remarque une augmentation jusqu'à une valeur maximale (22.8 C°).

Le suivi de la température dans la source de Milok, ne montre qu'une fluctuation durant les trois mois d'étude (Fig, 10).



**Figure 10 :** Variation mensuelle des valeurs de la Température (C°).

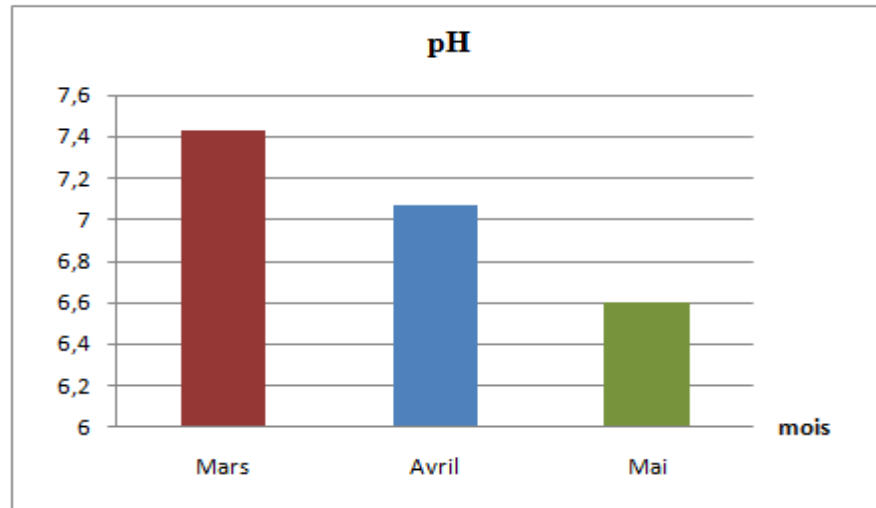
Les résultats obtenus au cours de notre étude montrent que la température moyenne de l'eau de source de Milok est bonne.

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.

### 1.1.2. Potentiel hydrogène pH

D'après les résultats de la figure (11) et Selon la classification de **Nisbet et Verenaux (1970)**, l'eau de la source de Milok est d'une alcalinité faible, durant les deux mois (Mars, Avril), varie entre 7.43 en Mars et 7.7 en Avril. Par contre, en Mai, on remarque une certaine acidité faible de la source avec une valeur de (6.6).



**Figure 11** : Variation mensuelle des valeurs de pH

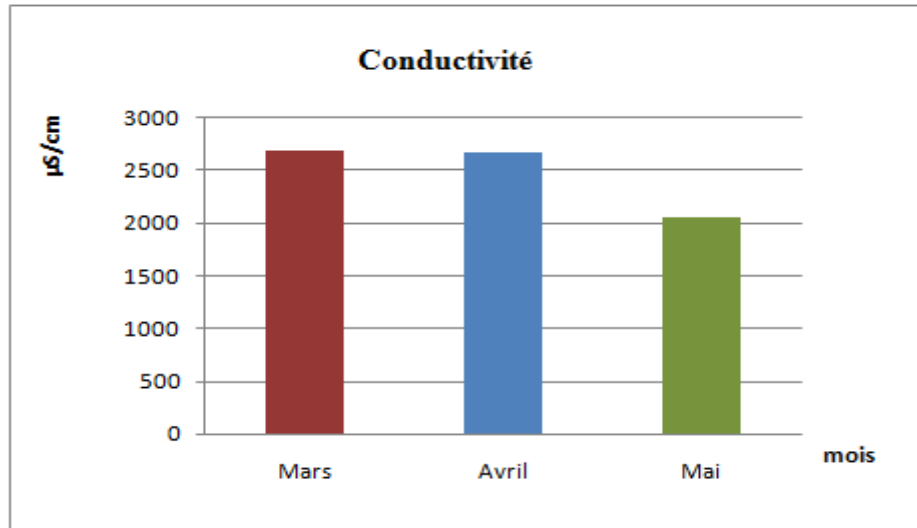
Ces résultats montrent que les valeurs du pH sont légèrement variées ce qui reflète clairement l'influence de la nature géologique de cette source sur la composition chimique des eaux.

Ces variations du pH peuvent être expliquées également par les phénomènes de dilution qui peuvent intervenir sur les valeurs du pH des milieux aquatiques, ou par l'influence des eaux de ruissellements 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**).

### 1.1.3. Conductivité électrique

Les valeurs de la conductivité enregistrée dans la source d'eau de Milok, varie entre (2047 $\mu$ s/cm et 2683 $\mu$ s/cm), la valeur la plus élevée est enregistrée pendant le mois de Mars (2683 $\mu$ s/cm), tandis que le minimum est enregistré en Mai (2047 $\mu$ s/cm), (Fig, 12).



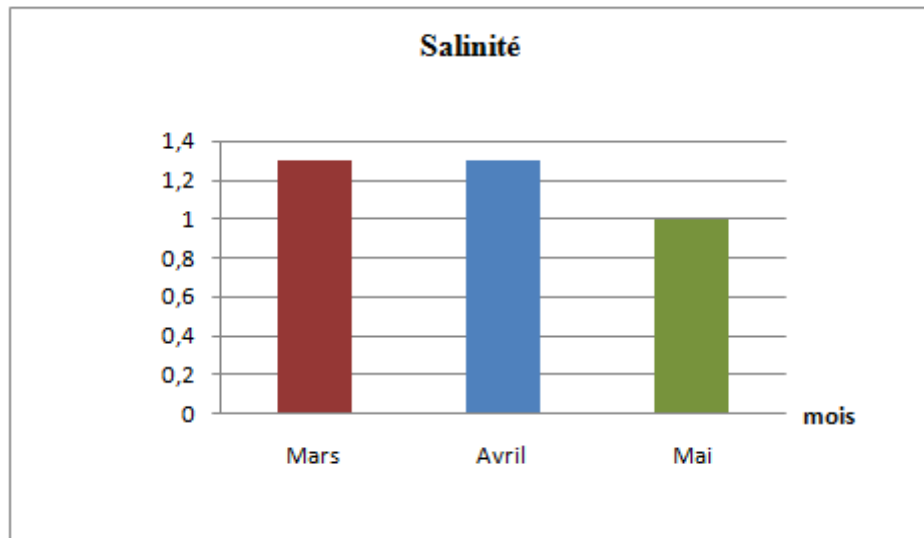
**Figure12:** Variation mensuelle des valeurs de Conductivité électrique.

Ces valeurs indiquent en générale une minéralisation excessive. Elles semblent être la conséquence de la 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).

#### 1.1.4. Salinité

La salinité d'une eau indique sa teneur en sel, les variations de celle-ci suivent de la conductivité, de fait leurs relations communes liées à la concentration des eaux en sel minéraux, la salinité d'eau de source de Milok varie entre (1.3 mg/l) en Mars et Avril et (1mg/l) en Mai, (Fig, 13).

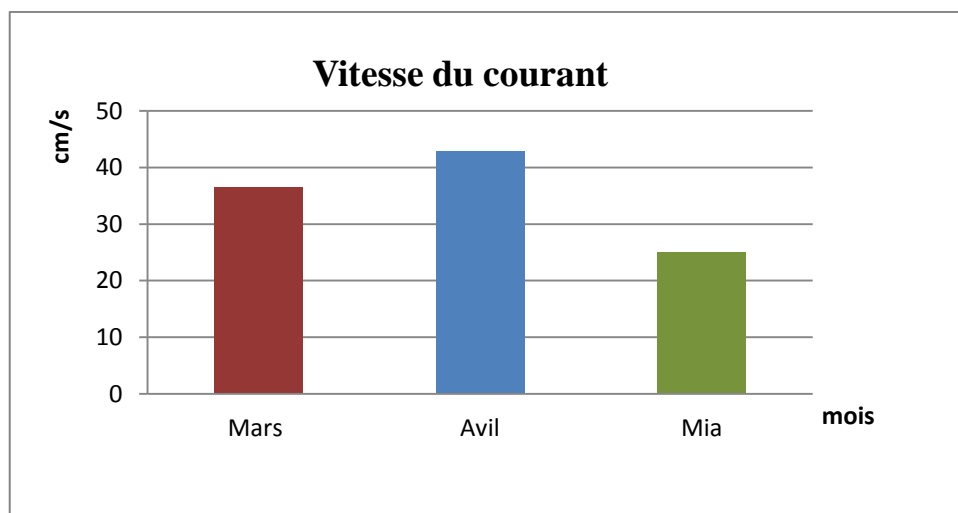


**Figure 13 :** Variation mensuelle des valeurs de Salinité.

Ces variations sont en relation direct avec les fluctuations de la conductivité électrique, par conséquent, l'explication des variations de ces deux paramètres se justifie par les mêmes causes naturelles et anthropiques

#### 1.1.5. Vitesse du courant

Selon l'échelle de berg (chapitre II), la vitesse du courant a subit des fluctuations plus importantes durant les trois mois d'étude dans la source de Milok, elle était moyenne à rapide durant les mois de Mars et Avril (36.46 et 42.95cm/s), par contre en mois de Mai on remarque une vitesse lente (25cm/s), (Fig,14).



**Figure 14 :** Variation mensuelle de la vitesse du courant.

La vitesse du courant dépend du débit, du substrat et de la largeur du lit. Elle augmente avec la profondeur et la pente.

### 1.1.6. Minéralisation

On remarque que la valeur maximale de la minéralisation (2046 mg/l) en Avril, et la valeur minimale (1573 mg/l) en Mai, il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'eau et sa conductivité (Fig, 15).

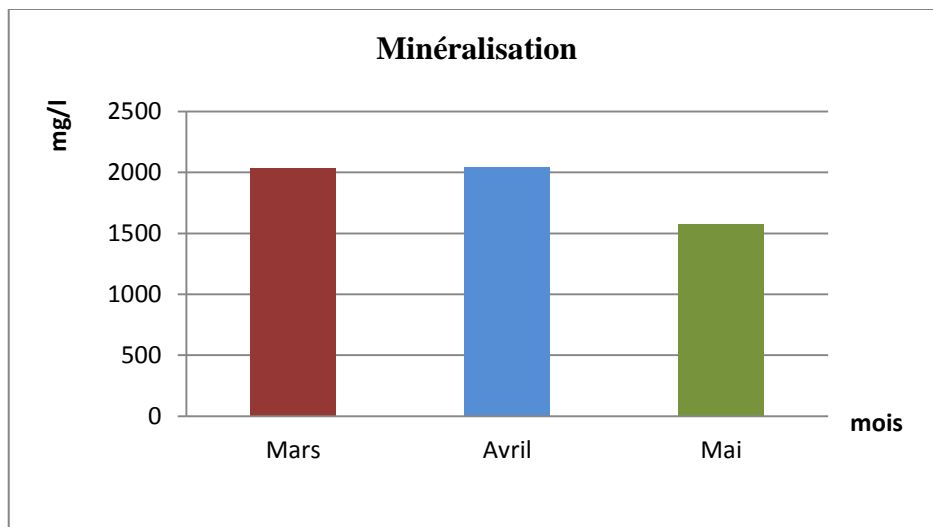


Figure15 : Variation mensuelle de la Minéralisation.

### 1.1.7. Oxygène dissous

Les teneurs en oxygène dissous sont très variable et irrégulières d'un mois à l'autre, dans la source de Milok, d'après l'allure de l'histogramme (Fig, 16), elles varient entre une valeur minimale de (4.95mg/l) enregistrée en Mars, et valeur maximale de (26.24mg/l) enregistrée en Avril, et une valeur moyenne de ( 12.8mg/l) en Mai.

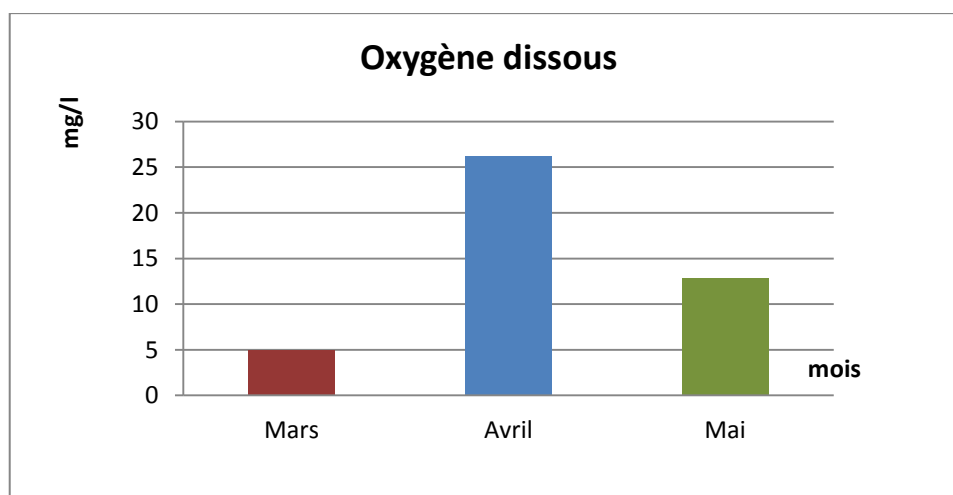


Figure 16 : Variation mensuelle de l'oxygène dissous.

Les résultats de notre étude montrent des variations à travers les périodes de prélèvement, ceci peut être expliqué par l'accélération du débit ainsi que l'exposition aux

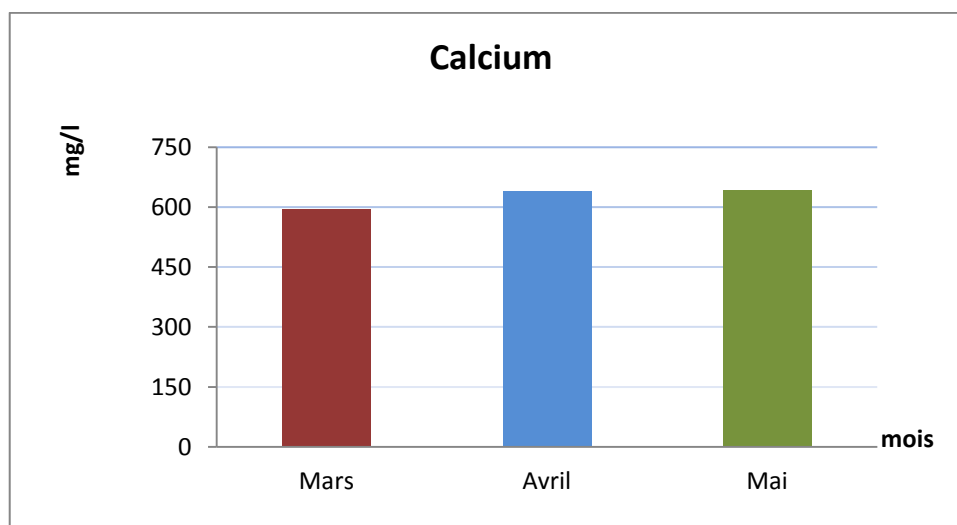
courants d'air et le mouvement de brassage de l'eau qui entraînent un enrichissement en oxygène.

D'après **Gaujous (1995)** 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. 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 échange air-eau (**Belghiti et al., 2013**). L'oxygène dissous disponible est limité par la solubilité de l'oxygène maximum 9mg/l à (20°C) qui décroît avec la température et la présence de polluants dans les cours d'eau (**Rodier., 2009**).

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

#### 1.1.8. Calcium

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 est très élevé, (593.36mg/l) en Mars et (639.28mg/l) en Avril et (641.28mg/l) en Mai (Fig, 17).



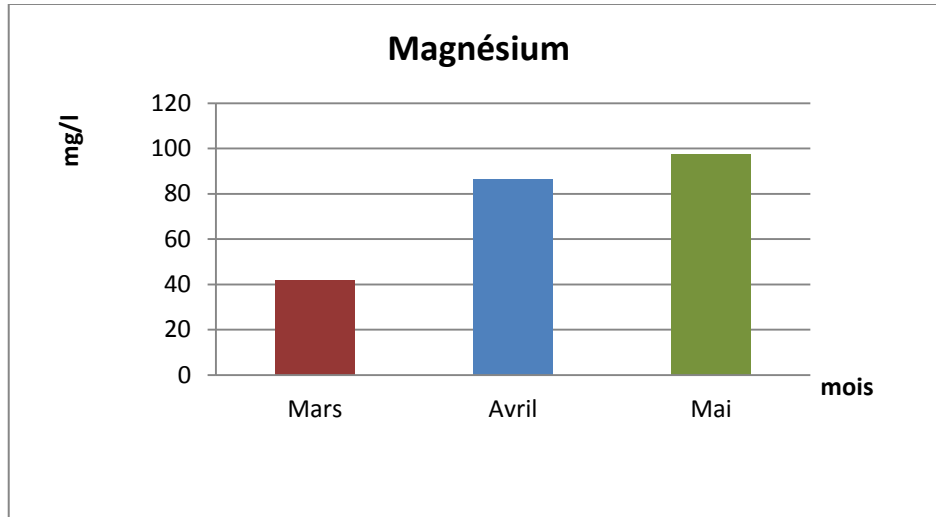
**Figure 17** : Variation mensuelle de Calcium.

Ceci liée 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.

### 1.1.9. Magnésium

La concentration de magnésium est plus élevée dans la source d'eau de Milok, (41.71 mg/l) en Mars et (86.36/l) en Avril et (97.28mg/l) en Mai. Ceci liée principalement à la nature géologique des terrains (Fig, 18).

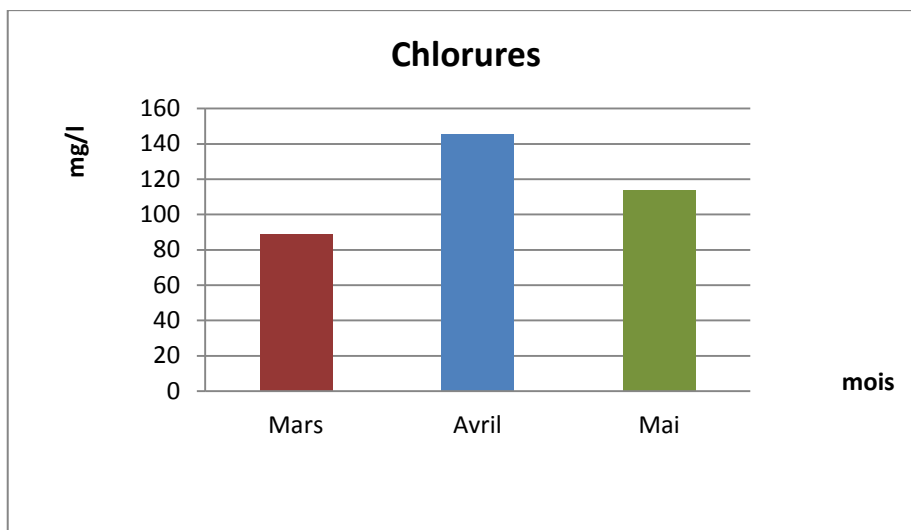


**Figure 18 :** Variation mensuelle de Magnésium.

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

### 1.1.10. Chlorures

La teneur en chlorures enregistrée à source de Milok est très élevée dans les trois mois, la plus faible (88.7mg/l) a été enregistrée en Mars, la teneur la plus élevée est de (145.6 mg/l) en Avril, cette valeur diminuent en Mai (113.6 mg/l) (Fig, 19), ces qui exprime l'influence réelle de la pollution d'origine anthropique.

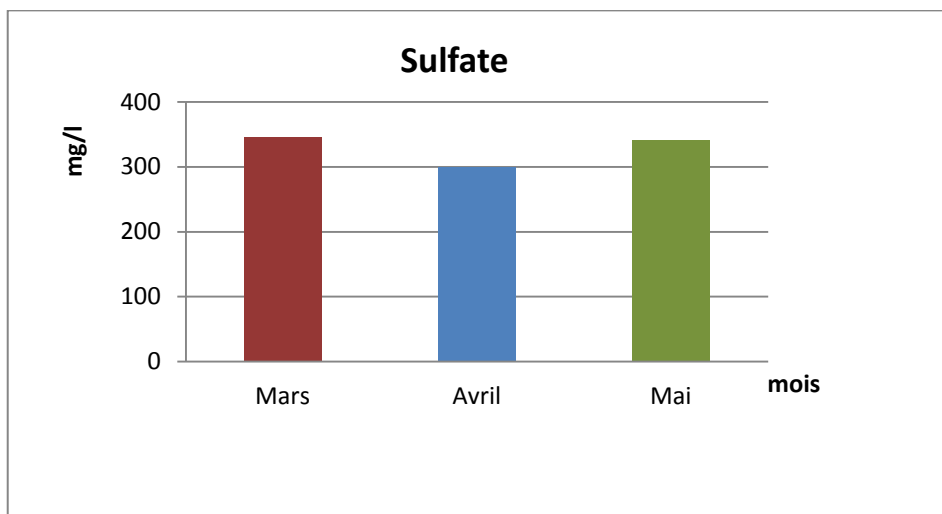


**Figure 19 :** Variation mensuelle de Chlorures.

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 (**Barkat., 2016**) Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés (**Melghit., 2012**).

#### 1.1.11. Sulfates

Les teneurs en sulfates varient légèrement d'un mois à l'autre, la plus élevée 345.6 mg/l a été enregistrée au mois de Mars, la teneur la plus faible 300 mg/l, a été prélevée au mois Avril, (Fig, 20).



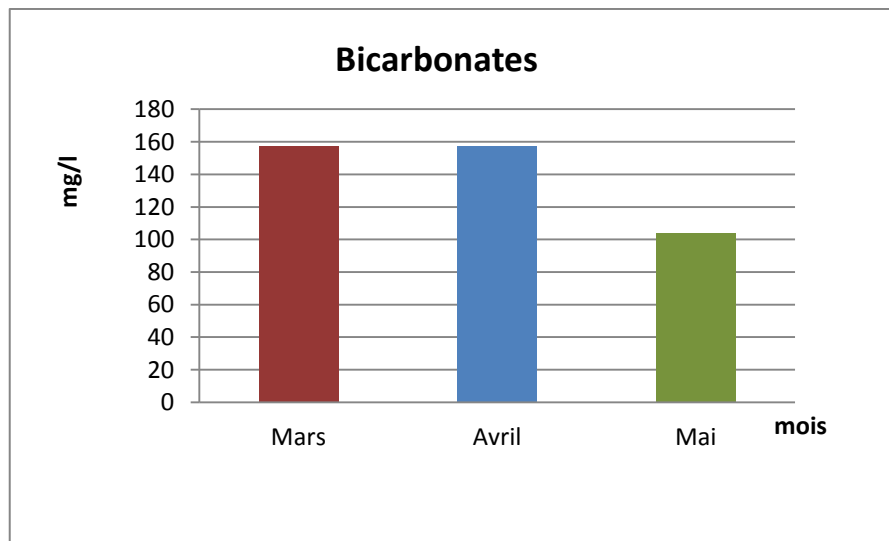
**Figure 20 :** Variation mensuelle de Sulfate.

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, composée naturels des eaux, sont liés aux cations majeurs (calcium, potassium, et sodium) (**Brémond et Vuichard., 1973**).

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

#### 1.1.12. Bicarbonates

Dans les milieux naturels, l'alcalinité ou bicarbonates en  $\text{HCO}_3^-$  varie de 10 à 350 mg/l (**Nisbet et Verneaux., 1970**). Dans l'eau de source de Milok, les concentrations des bicarbonates sont majoritairement supérieures à 100mg/l, Elles varient entre 157.31mg/l en Mars et Avril et 104mg/l en Mai, cette valeur indique que l'alcalinité moyenne, (Fig, 21).



**Figure 21:** Variation mensuelle de Bicarbonates.

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  $\text{CO}_2$  de l'air et du sol.

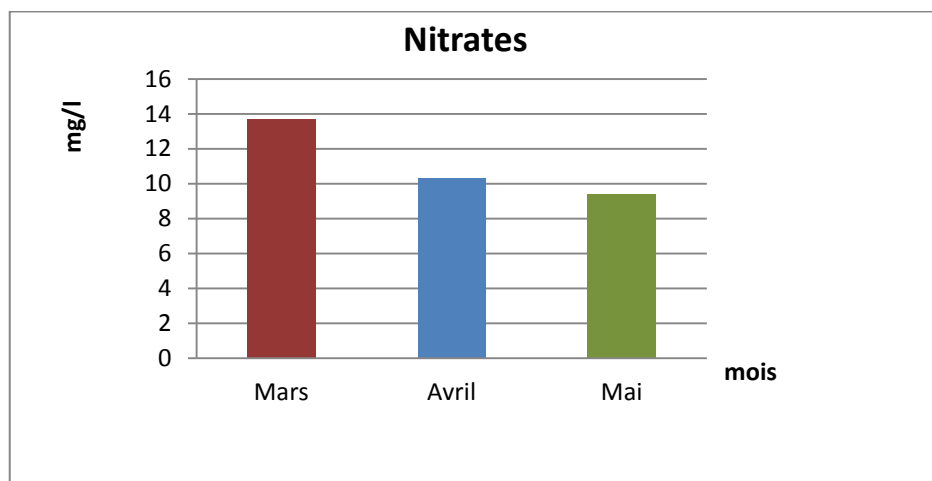
Elles sont responsables de la dureté aquatique. Les principaux facteurs qui favorisent l'apparition des bicarbonates sont le déplacement vers les valeurs élevées du pH, de la température et de la salinité (**Nisbet et Verneaux., 1970**).

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.

#### 1.1.13. Nitrates

Les concentrations des nitrates dans la source de Milok varient entre une valeur maximale de 13.7mg/l enregistrée au mois de Mars et valeur minimale de 9.4mg/l observée au mois de Mai (Fig, 22).



**Figure 22:** Variation mensuelle de Nitrates.

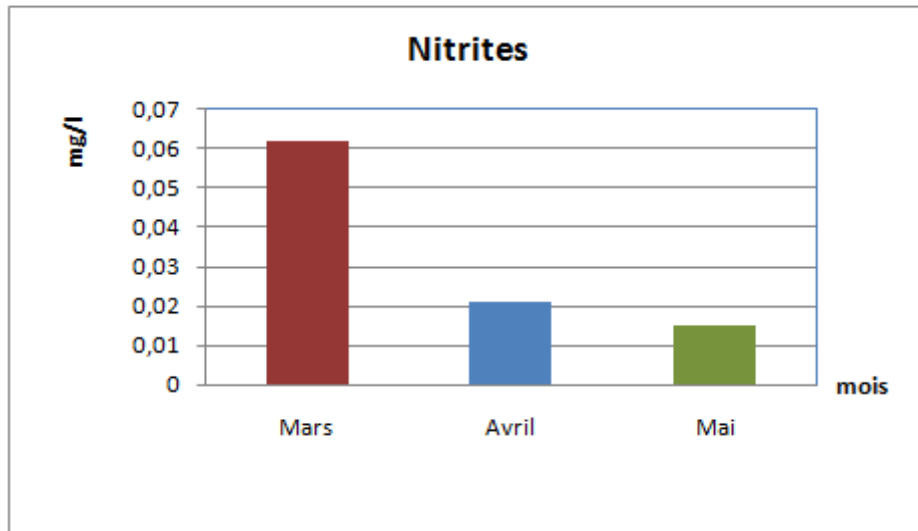
Les nitrates existent à l'état naturel, dans les sols, les eaux tant de surface que souterraines et toutes les matières végétales. Ils proviennent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, des matières organiques azotées telles que les protéines des végétaux, des animaux et des excréta d'animaux. Ils parviennent ainsi aux rivières par les nappes d'eau souterraines et par le ruissellement des terres agricoles en hivers (Sebihi., 2015).

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), parait que l'eau de source de Milok, n'est pas sujette d'une pollution par nitrate.

#### 1.1.14. Nitrites

Les teneurs en nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) au cours de notre étude sont relativement faibles. Ces teneurs varient entre une valeur maximale de 0.062 mg/l observée durant le mois de Mars, et une valeur minimale de 0.015 mg/l observée durant le mois de Mai (Fig, 23).



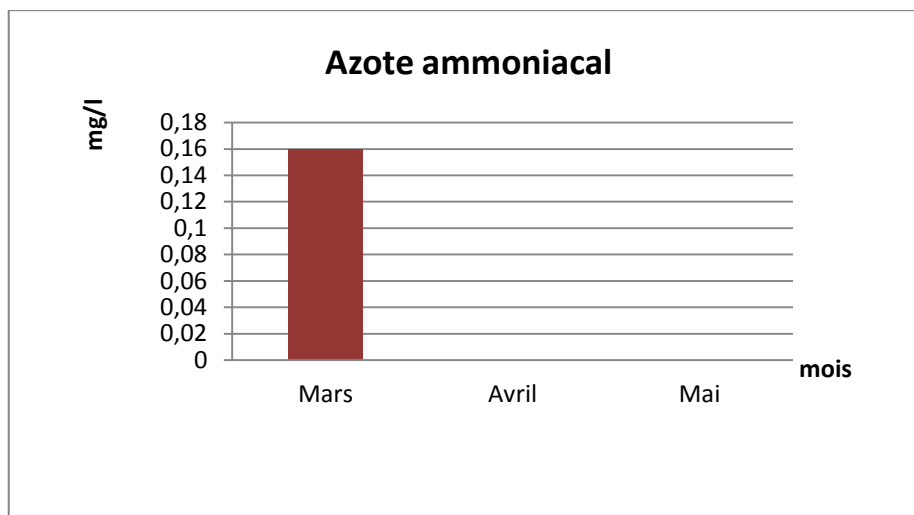
**Figure 23:** Variation mensuelle de Nitrites.

En absence de pollution, il n'y a pas ou il y a très peu de nitrites dans les eaux et dans les zones où l'autoépuration est active, Les teneurs se maintiennent à des niveaux très faibles (de l'ordre de 0,01 mg/L), les eaux peuvent être considérées comme pures ou se trouvant sous l'action d'une autoépuration active. Si la pollution est sensible, celle-ci devient significative au-delà de 1 mg/l. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte (**Rodier., 2009**).

Selon la classification de **Nisbet et Verneaux (1970)**, les valeurs des concentrations de nitrate dans la source de Milok, est inférieures à 0.1mg/l. ces résultats indiquent une situation à pollution insidieuse ou la présence d'une perturbation du cycle de l'azote.

#### 1.1.15. Azote ammoniacal

Les teneurs en azote ammoniacal montrent des variations s'observant d'un mois à l'autre, dans la source d'eau de Milok, la teneur la plus élevée a été enregistrée avec une valeur maximale durant le mois de Mars 0.16mg/l, et la teneur la plus faible a été enregistrée avec une valeur minimale 0mg/l en Avril et Mai, (Fig, 24).



**Figure 24 :** Variation mensuelle d'azote ammoniacale.

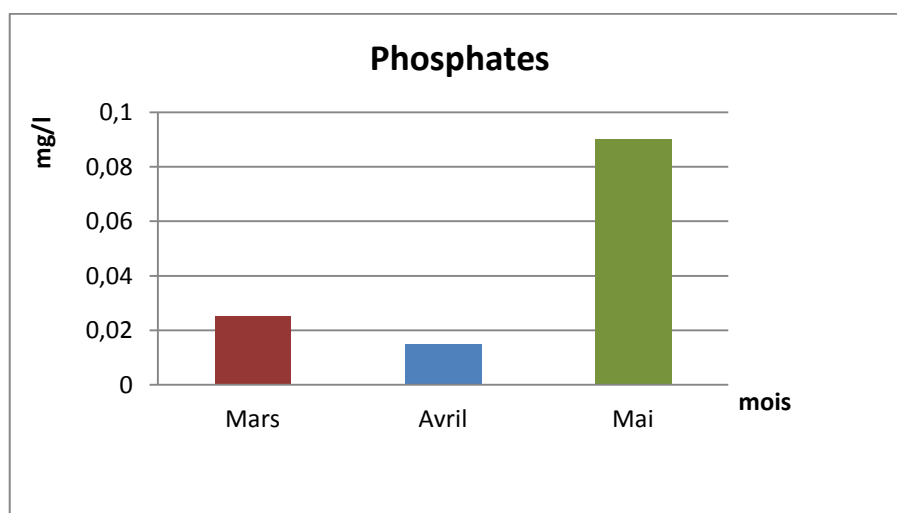
Dans les eaux superficielles, il peut avoir pour origine ; la matière organique végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels (engrais, textiles...) (Rodier et al., 2005).

Azote ammoniacal n'existe que dans les eaux riches en matières organiques en décomposition lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation (Nisbet et Verneaux., 1970).

Selon classification de Nisbet et Verneaux (1970), ces résultats indiquent que l'eau de cette source est normale à douteuse.

#### 1.1.16. Phosphates

Dans la source de Milok et durant la période d'étude, les teneurs des phosphates sont inférieures 0.1mg/l, enregistre en Mars 0.025mg/l et en Avril 0.015mg/l et en Mai 0.09mg/l, (Fig, 25).



**Figure25:** Variation mensuelle de Phosphates.

Le phosphate est naturellement présent dans les eaux superficielles en faible quantité, et son absence peut être expliquée par le fait que les ions phosphates sont susceptibles d'être absorbé par les sédiments dans le cas de désoxygénations importantes. Le phosphate est déterminant pour la productivité des écosystèmes aquatiques. Cet élément joue un rôle très important dans le développement des algues, il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les eaux des lacs où il contribue à l'eutrophisation. Les phosphates font partie des anions facilement fixée par le sol, leur présence naturelle dans l'eau est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Des teneurs supérieures à 0.5 mg/l doivent constituer un indice de pollution (**Barkat., 2016**).

Le phosphates fait partie des ions facilement fixés par sol, sa présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains et à la décomposition de la matière organique (**Rodier., 2009**). Selon la classification de **Nisbet et Verneaux., (1970)**, l'eau de notre source est très peu productives et non polluée par le phosphate.

### 1.2. Les études faunistiques

Les Ephéméroptères constituent, à coté des plécoptères, et les trichoptères l'un des groupes des macro-invertébrés les plus étudiés considérés des bons indicateurs de la qualité des eaux.

Dans la source d'eau de Milok, les Ephéméroptères constituent le groupe le mieux représenté parmi la faune benthique, il existe deux familles (*Baetidae*, *Caenidae*).

Ces familles caractérisent par :

➤ Famille de *Baetidae*

- Branchies simples ou doubles sans partie filamenteuse.
- Soies des queues latérales sur la partie interne seulement.
- Corps plutôt cylindrique et allongé.
- Deux cerques (absence de paracerque)
- Bons nageurs, (Fig, 26).

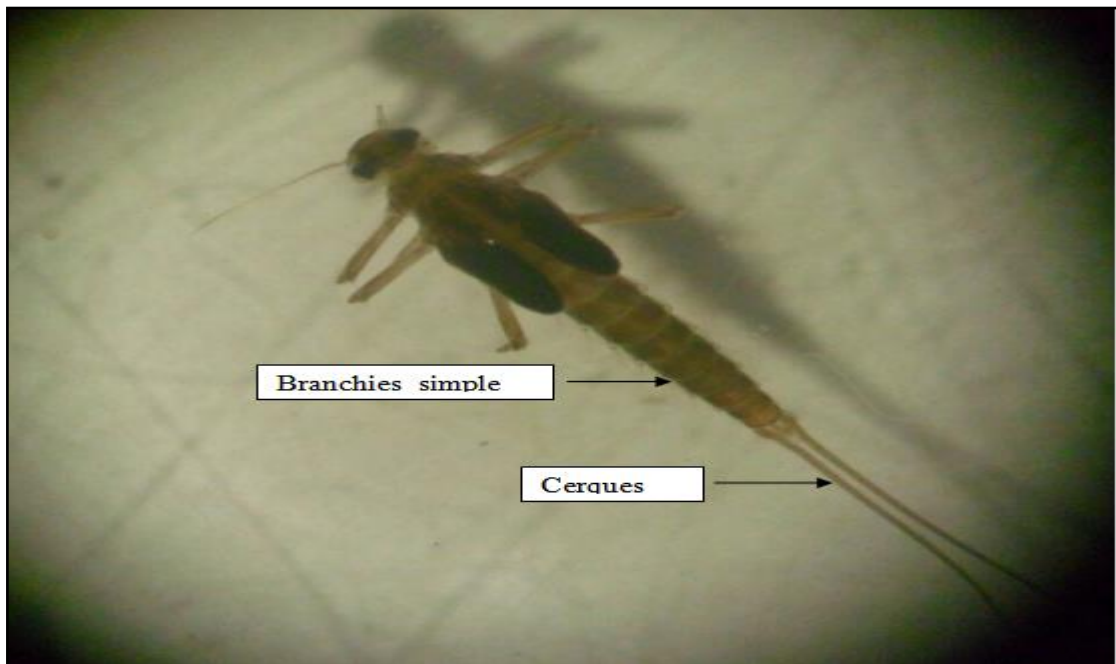


Figure 26: Vue générale d'une larve de *Baetidae* (Originale., 2018)

➤ Famille de *Caenidae*

- Branchies du deuxième segment de l'abdomen en plaques carrées se chevauchant au centre de l'abdomen .
- Branchies du deuxième segment couvrant les branchies suivantes.
- Trios queues (deux cerques, et paracerque) (Fig, 27).

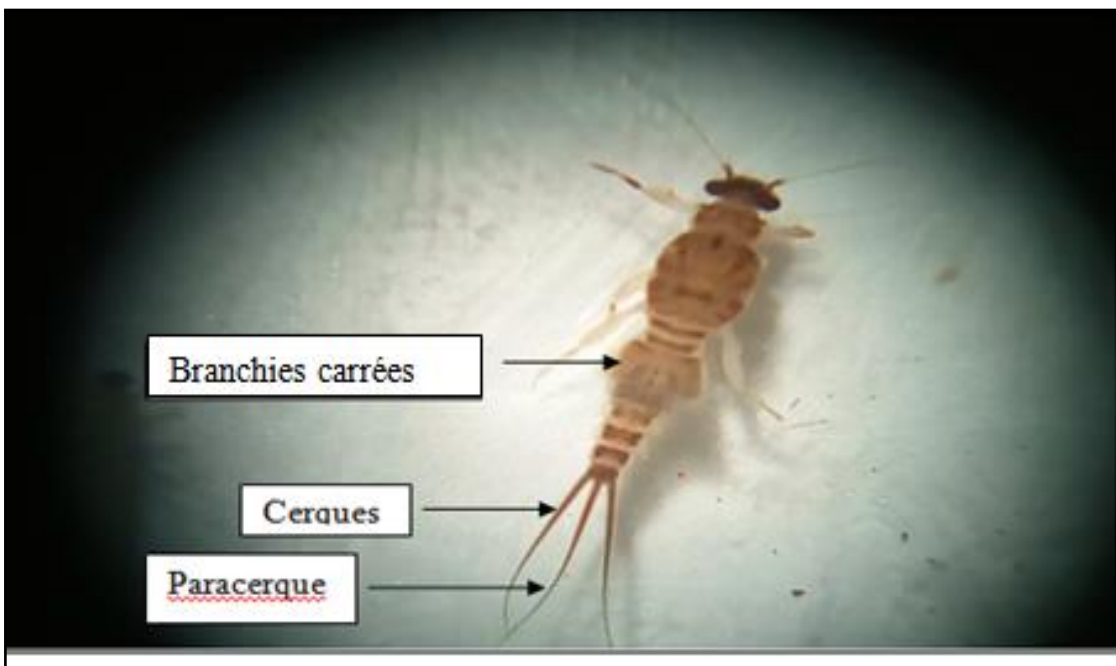


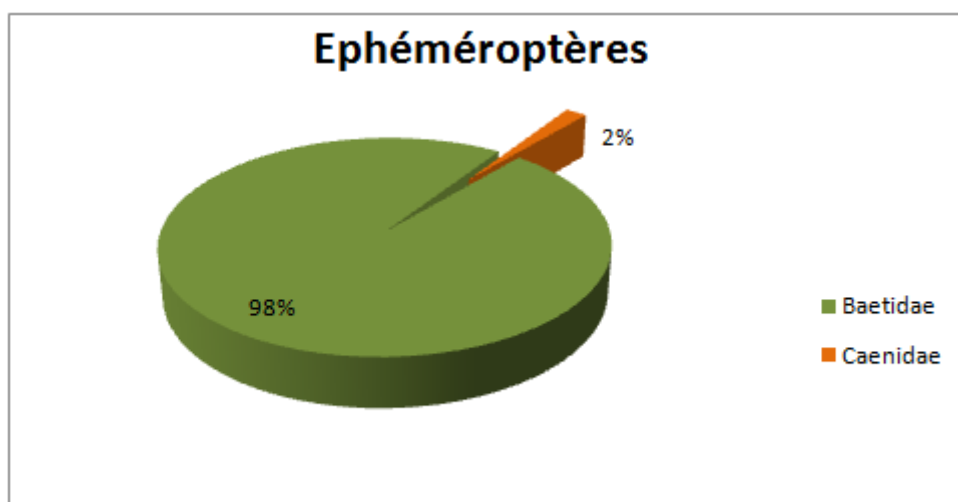
Figure 27 : Vue générale d'une larve de *Caenidae* (Originale., 2018).

### 1.2.1. Abondance des Ephéméroptères

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

Durant cette étude qui s'est déroulée pendant trois mois d'échantillonnage, nous avons recueillie 955 individus répartis en 2 familles (*Baetidae*, *Caenidae*) ont été récoltés dans la source de Milok.

La famille la plus dominante est celle de *Baetidae*, elle compte 98% du total des captures (922 individus), suivi par la famille de *Caenidae* elles constituent (2%), 33 individus. (Fig, 28).



**Figure 27** : Proportion des familles des Ephéméroptères à la source d'eau Milok.

La famille de *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, **Haouchine (2011)** dans les cours d'eau de la Kabylie, **Zougaghie (2010)** dans les cours d'eau de la Sommam.

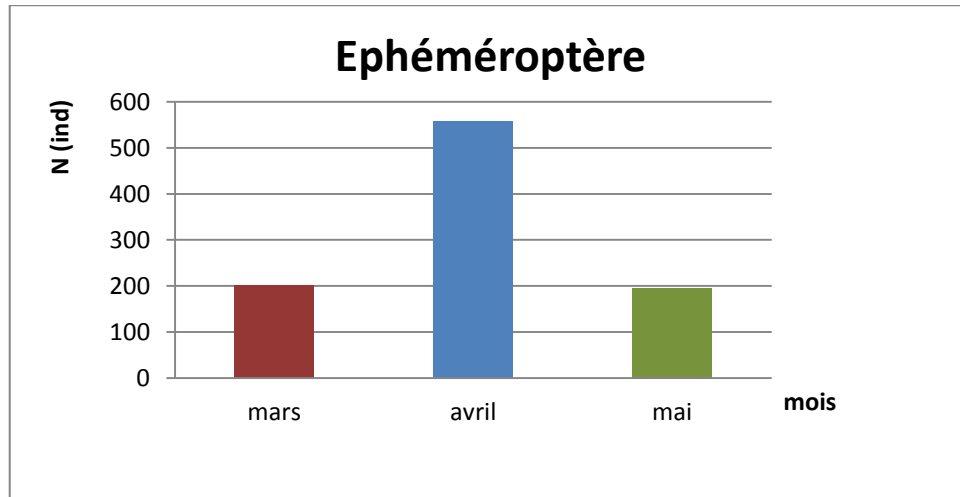
Dans notre étude, La dominance de la famille de *Beatidae* indique que cette dernière vivent dans un milieu aquatique où les conditions sont favorable à leur développement.

### 1.2.2. Répartition des larves des Ephéméroptères

Les Ephéméroptères se répartissent en fonction des paramètres du milieu (**Hoarau et Hoau., 1999**). Au cours de période d'échantillonnage, on remarque le que le nombre des individus en Mars est 202 (individus), mais en Avril, on a observé une

augmentation de nombre des individus des Ephéméroptères jusqu'au 558 (individus), cela est due à la période de reproduction des Ephéméroptères.

Le nombre des larves des Ephéméroptères diminue en Mai Jusqu'à la valeur minimale 195(individus). Cette diminution des larves montre une accélération de développement des larves, qui deviennent des adultes quittant le milieu aquatique. (Fig, 29).



**Figure 29:** La répartition mensuelle d'ordre des Ephéméroptères.

### 1.3. La corrélation entre les différents paramètres physico-chimiques et la réparation des larves des Ephéméroptères

Les relations entre les différents paramètres physico-chimiques et les éphéméroptères, en calculant leurs moyennes, ont été déterminées à partir de la matrice de corrélation (Pearson (n)). L'analyse de cette matrice a révélé que les divers variables sont inter-corrélées significativement entre elles et dont les corrélations les plus significatives sont mentionnées dans le tableau (tableau 06) :

Tableau 06 : Matrice de corrélation de Pearson.

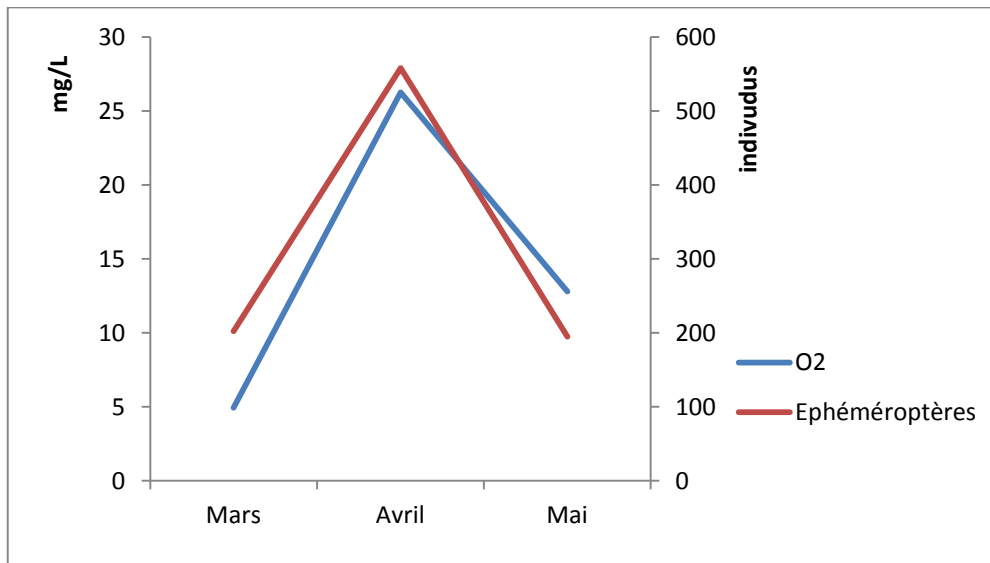
Variables	C25 (µs/cm)	M (mg/l)	Sa TDs l(mg/l)	T °c pH	Ca <sup>+2</sup> (mg/l)	Mg <sup>+2</sup> (mg/l)	Cl (mg/l)	HCO <sup>3</sup> (mg/l)	TH (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> (mg)	NO <sub>3</sub> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	O <sub>2</sub> (mg/l)	Ephémè		
C25 (µs/cm)	1																	
M (mg/l)	<b>0,999</b>	1																
TDs	<b>0,993</b>	<b>0,997</b>	1															
Sal (mg/l)	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,994</b>	1														
T °c	<b>0,973</b>	<b>0,981</b>	<b>0,993</b>	<b>0,975</b>	1													
pH	<b>0,818</b>	0,796	0,750	<b>0,813</b>	0,676	1												
Ca <sup>+2</sup> (mg/l)	0,288	0,264	0,216	0,283	0,153	0,715	1											
Mg <sup>+2</sup> (mg/l)	0,431	0,404	0,350	0,425	0,275	<b>0,839</b>	<b>0,978</b>	1										
Cl (mg/l)	0,004	0,009	0,022	0,005	0,052	0,134	0,650	0,503	1									
HCO <sup>3</sup> (mg/l)	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,994</b>	<b>1,000</b>	<b>0,975</b>	<b>0,813</b>	0,283	0,425	0,005	1								
TH (mg/l)	0,379	0,352	0,300	0,373	0,229	0,797	<b>0,991</b>	<b>0,997</b>	0,556	0,373	1							
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,255	0,232	0,187	0,250	0,128	0,681	<b>0,999</b>	<b>0,966</b>	0,685	0,250	<b>0,982</b>	1						
NO <sub>2</sub> (mg/l)	0,364	0,337	0,286	0,358	0,216	0,785	<b>0,994</b>	<b>0,995</b>	0,572	0,358	<b>1,000</b>	<b>0,986</b>	1					
NO <sub>3</sub> (mg/l)	0,449	0,422	0,368	0,443	0,291	<b>0,852</b>	<b>0,972</b>	<b>1,000</b>	0,485	0,443	<b>0,995</b>	<b>0,959</b>	<b>0,992</b>	1				
PO <sub>4</sub> <sup>3</sup> (mg/l)	<b>0,983</b>	<b>0,990</b>	<b>0,998</b>	<b>0,985</b>	<b>0,999</b>	0,709	0,179	0,307	0,038	<b>0,985</b>	0,259	0,152	0,245	0,324	1			
SO <sub>4</sub> (mg/l)	0,174	0,195	0,241	0,178	0,313	0,000	0,295	0,170	<b>0,874</b>	0,178	0,212	0,329	0,225	0,156	0,281	1		
O <sub>2</sub> (mg/l)	0,022	0,031	0,052	0,024	0,095	0,083	0,570	0,421	<b>0,993</b>	0,024	0,474	0,606	0,490	0,403	0,075	<b>0,923</b>	1	
Ephémères	0,250	0,274	0,325	0,255	0,403	<b>0,007</b>	0,214	0,105	<b>0,805</b>	0,255	0,141	0,245	0,151	0,095	0,369	<b>0,991</b>	<b>0,866</b>	1

L’oxygène dissous et les deux ions majeurs (les sulfates et les chlorures), ont montré une corrélation hautement positive avec les Ephéméroptères. Leurs coefficients de corrélation: O<sub>2</sub>/Ephéméroptères (r=0.866), Cl<sup>-</sup>/ Ephéméroptères (r=0.805), SO<sub>4</sub><sup>-</sup>/Ephéméroptères (r=0.991).de même ces derniers paramètres sont fortement corrélés par une relation croissante entre eux O<sub>2</sub>/Cl<sup>-</sup>(r=0.993), O<sub>2</sub>/SO<sub>4</sub><sup>-</sup> (r=0.923), Cl<sup>-</sup>/SO<sub>4</sub><sup>-</sup>(r=0.874).

Les niveaux de liaisons des restes paramètres sont généralement faibles et ne présentent pas de corrélations significatives avec les Ephéméroptères.

### 1.3.1. Oxygène dissous

Quand la teneur de l’oxygène dissous dans la source d’eau de Milok est plus élevée, l’abondance des larves des éphéméroptères augmente, tandis que si elle est faible, l’abondance des larves des éphéméroptères diminue (fig, 30). Le test de corrélation de Pearson (tableau06) constate que la teneur en oxygènes dissous est corrélée positivement avec le nombre des Ephéméroptères (r=0.866), par une relation croissante.



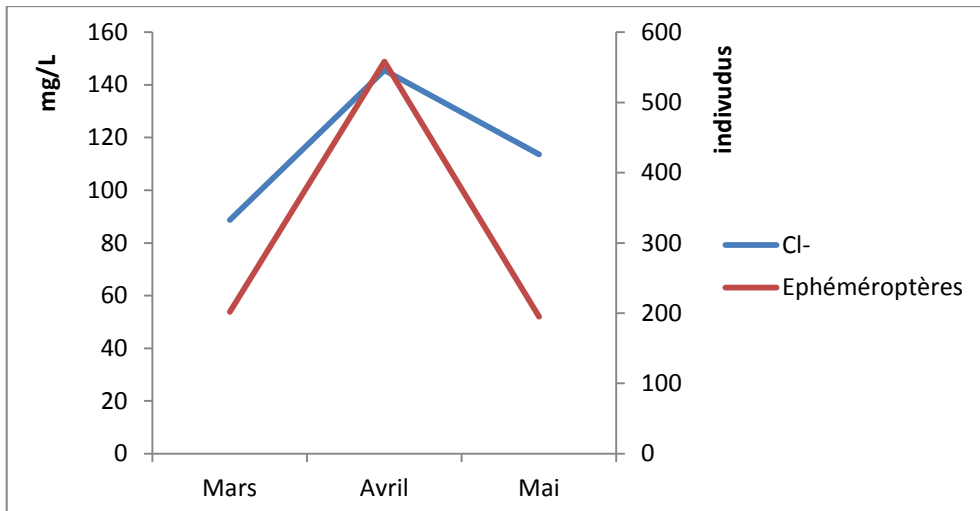
**Figure 30** : corrélation entre les larves des Ephéméroptères et la variation

Donc les Ephéméroptère vivant dans un milieu bien oxygéné. Les Plécoptères, les Trichoptères à fourreau et Ephéméroptères sont les groupes les plus sensibles aux pollutions, les éphémères sont sensibles à la pollution puisque leurs branchies sont externes et donc, facilement atteintes par la pollution. Ils ont besoin d'une eau bien oxygénée et peu polluée à une température assez fraîche (**Dramane., 2009**).

### 1.3.1. Chlorures

Si la teneur de chlorures dans la source d'eau Milok est élevée, l'abondance des larves des éphéméroptères augmente, et quand la teneur de chlorures diminue, l'abondance des larves des éphéméroptères baisse.

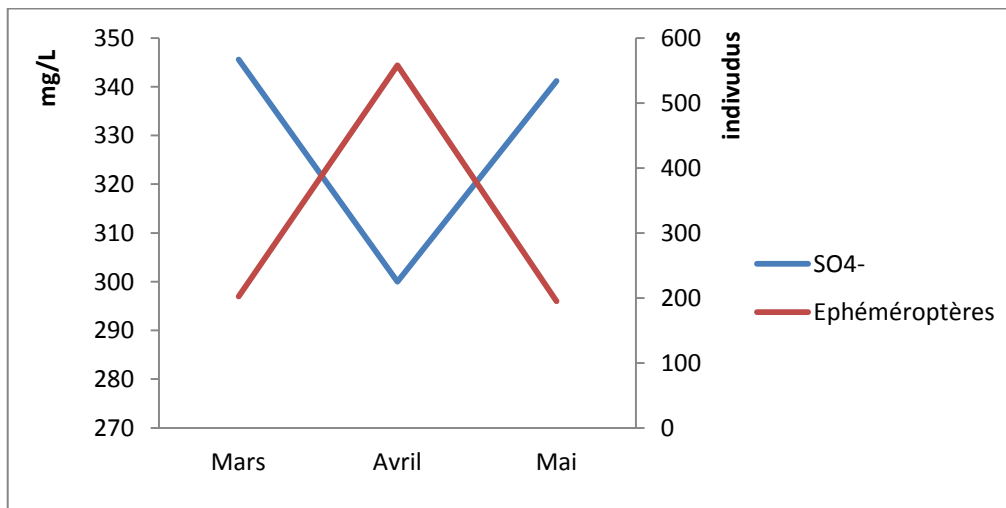
Selon Le test de corrélation de Pearson (tableau06), il existe une forte corrélation positive ( $r=0.805$ ) entre la teneur en chlorures et le nombre des larves des Ephéméroptères (fig.31). D'après les travaux de **Bebba (2016)** sur les eaux du bassin versant de l'Aurès, ou les teneurs des chlorures peuvent dépasser (700 mg/l), le nombre des Ephéméroptères échantillonné a été très élevé. Donc on peut conclure que les éphéméroptères tolèrent une concentration élevés des ions de chlorures.



**Figure 31 :** corrélation entre les larves des Ephéméroptères et la variation de chlorures.

### 1.3.2. Sulfates

La figure suivante représente la corrélation entre la concentration des sulfates et le nombre des Ephéméroptères. Quand les teneurs du sulfates sont très élevés, le nombre des Ephéméroptères diminue ou moins de Mars. A l'inverse, les teneurs du sulfates diminuent le nombre des Ephéméroptères augmente, en Avril mais contrairement en mois de Mai (Fig. 32).



**Figure 32 :** corrélation entre les larves des Ephéméroptères et la variation de sulfates.

Selon le test de corrélation du Pearson (tableau, 06), il existe une forte corrélation positive ( $r= 0.991$ ) entre la teneur en sulfates et le nombre des larves des Ephéméroptères. D'après les travaux de **Bebba (2016)**, la teneur du sulfate dans les eaux superficielles du bassin versant de l'Aurès sont très faible et ne dépasse pas (2mg/l), et le nombre des Ephéméroptères récolté a été très élevé. A la lumière de ses résultats, on peut considérer

que dans la source d'eau de Milok, les larves des Ephemeropteres tolèrent et s'adaptent bien avec le milieu seleniteux (sulfates très élevé). Ces variations des nombres des Ephemeropteres peuvent expliquer par d'autres facteurs écologiques.

*Conclusion  
générale*

## Conclusion

L'étude de la qualité physico-chimique des eaux de la source de Milok prospectées le long de la période printanière de l'année 2018, nous a montré grâce à des représentations de la variabilité temporelle de différents paramètres physico-chimiques une qualité globalement normale en dehors de la situation polluée. Les eaux sont d'une température généralement variable qui augmente dans le temps (temporelle), d'un pH basique expliquant les concentrations importantes en bicarbonates et d'une bonne oxygénation, les résultats de la conductivité électrique dans la source Milok, ont enregistré des valeurs plus élevées. Les teneurs moyennes du débit du courant sont moyennes à rapides. La minéralisation globale exprimée par des concentrations élevées en conductivité (2047 à 2678.5  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) et en salinité (1 à 1.3), en calcium (593.36 à 641.28) et magnésium (41.71 à 97.28 mg/l), et en bicarbonates (104 à 157.31 mg/l) est moyenne à importante dans la majorité de nos sources. Elle reflète l'origine issue du lessivage des terrains géologiques de notre source. Les paramètres signalant la pollution montrent des teneurs moyennes en chlorures (88.75 à 145.6), qui est due principalement à la nature géologique du terrain.

Cependant, l'étude de la diversité biologique des Ephéméroptères dans cette source nous a révélé l'existence de deux familles (*Baetidae* et *Caenidae*). La faune recensée se compose de 955 (individus) correspondant à ces deux familles. L'effectif du peuplement d'Ephéméroptères a montré que la famille de *Baetidae* est la plus dominante (98%), par contre les familles *Caenidae* (2%).

La variabilité temporelle des paramètres physico-chimiques et la répartition des larves des Ephéméroptères a été exprimée en détail, par des histogrammes, d'un mois à l'autre au cours de cette étude. Les résultats obtenus par le test de corrélation de Pearson ( $r$ ) des différentes données physico-chimiques et l'abondance des éphéméroptères, nous a permis de ressortir l'existence d'une corrélation fortement positive entre les trois paramètres (chlorures, sulfates, oxygène dissous) et le nombre des Ephéméroptères, les autres paramètres sont généralement faibles et ne présentent pas de corrélations significatives avec les Ephéméroptères.

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

En perspective, il serait souhaitable de prospecter d'autres sources 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*

1. **A.N.I.R.E.F., (2014)** : Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière. Rubrique monographie wilaya : Wilaya de Laghouat,6 p.
2. **Abdaoui, A., El Alami, M., et Ghamizi, M., (2010)** : Diversité et distribution des baetidae (insecta, Epemeroptera) du parc national de Toubkal (Haut Atlas, Maroc).Tra. inst., série Zoologie, Rabat. Tome I (47) :01-05p.
3. **ADE., (2018)** : Algériennes d'eaux, wilaya de Laghouat.
4. **Albouy, V ., (2014)**: Guide des insectes des prés et des prairies, Edition Belin édition France ,228p.
5. **Alzeiu, G., (1989)** : Documentation pour l'étude et l'évaluation des effets sur l'environnement, catalogue des normes antipollution. 5<sup>ème</sup> édition. Paris.89p.
6. **Ballouki, K ., (2012)** :Etude de qualité physico-chimique et biologique de trois source dans la région de Midelt ( Haut Moulouya), mémoire de Master Sciences et Techniques, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah,FES.77p
7. **Barkat, K., (2016)** : Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du Barrage Béni Haroun, Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri Constantine,54p.
8. **Bebba, N., (2016)** : Impact des paramètres environnementaux et distribution spatio-temporelle des Ephéméroptère dans les oueds de Biskra et Batna, thèse doctorat en sciences, Université Ferhat Abbas Sétif, 225p.
9. **Belghiti, M.L., Chahlaoui, A., Bengoumi, D., El moustaine, R., (2013)** : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknés, Maroc, Larhyss. Journal.14 ,21-36. Béni Haroun. Mémoire de Magister en Écologie. Université Mentouri, Constantine.132P.
10. **Bolbapoca, D.S., Jantschi, L., (2006)**: Pearson vers Spearman. Kendell's tau corrélation analysis on structure .Activity relationships of biologic active compounds.leonardo journal of sciences 200p.
11. **Bremond, R., Vuichard, R., (1973)** : Paramètres de la qualité des eaux, OSPEPE, Paris.173p. Compartiments eau, sédiments de l'Oued Rhumel et des barrages Hammam Grouz et
12. **C.D.F., (2014)** : Présentation du sous-secteur des forets. Conservation des Forets de Laghouat. Wilaya de Laghouat, 33 p.

13. **Cerruti, A., (2007)** : Qualité des cours d'eau en Valais, Edition Département des transports, de l'équipement et de l'environnement Service de la protection de l'environnement. 155p
14. **Chana, F., Maamri, K., (2013)** : Impact des paramètres physico-chimiques sur la dynamique spatiotemporelle des Ephéméroptères cas d'oued Djedir, Mémoire de Magister en Biologie, Université Ammer Tlidji Laghouat ,56p.
15. **Dajoz, R., (1979)** : Précis d'écologie. Paris. G.V : 549 p.
16. **Dajoz, R., (1985)** : Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. 5<sup>ème</sup> édition. Gauthier Villard .Paris : 505p.
17. **Dajoz, R., (2006)** : Précis d'écologie. Cours et questions de réflexions 8<sup>ème</sup> édition Dunod, 630p.
18. **Devillers, J., Squilbi, M., Yourassowsky, C., (2005)** : Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement.16p.
19. **Djennati, K., et Drissi, A., (2015)** : Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques des eaux de quelques zones humides de la région d'El Oued. Mémoire de Master biologie, Université de Kasdi Merbah –Ouargla. 80p.
20. **Dramane, D., (2009)**: Diversité des macro-invertébrés benthiques des rivières Agnéby cote d'ivoire ; Afrique de l'ouest, European Journal of Scientific Research ISSN1450-216XVol.35N0.3.386p.
21. **Dussart, B. H., (1966)**: limnologie- l'étude des eaux continentales. Gauthier-Villars, Ed., paris, 678p.
22. **Eaton, A. E., (1899)**: liste of Ephemeridae hitherto observed in Algeria, with localities. Ent .Month .Mag.35:4-5.
23. **El Alami, M., (2002)** : taxonomie, écologie et biogéographie des Ephéméroptères du Rif (Nord du Maroc). Thèse de doctorat d'état. Université Addelmalek Essadi. Faculté des sciences, Tétouan, Maroc, 402p.
24. **El Alami, M., Dakki, M., Errami, M., et Alba, T. J., (2000)** : nouvelles données sur les baetidae du Maroc (Insecta :Ephemeroptera). Zool. Baetica.11 :105-113p.
25. **Elouard, M. J., Gibon, F. M., (2001)** : Biodiversité et biotypologie des eaux continentales de Madagascar, Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Aquatiques et leur Environnement LRSAE.446p.

26. **Gattolliat, J., (2002)** : Etude systématique cladistique et biogéographique des *Baetidae* (Ephéméroptera) de Madagascar Thèse de doctorat Faculté des Sciences de L'Université de Lausanne Laboratoire de Zoologie et Ecologie Animale, 279p.
27. **Gaujous, D., (1995)** : La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire. Ed. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, 220 p.
28. **Guitoun, S et Elhella, L., (2014)** : Mesure des paramètres physico chimiques de l'eau du lac Hassi Ben Abdallah (Ouargla) Mémoire de Master en biologie, Université Kasdi Merbah - Ouargla. 34p.
29. **Halitim, A., (1998)** : Les sols des régions arides d'Algérie. Office Pub Univ- Algérie, 384 p.
30. **Haouchine, S., (2011)** : Recherches sur la faunistique et l'écologie des macro-invertébrés des cours d'eau de Kabylie, Mémoire de Magister en sciences biologiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 150p.
31. **Held, U., (2010)** : Pièges des corrélations : les coefficients de corrélation de Pearson et de Spearman. Forum Med. suisse. 10(38). 653p.
32. **Heliott, T., (2014)** : Biodiversité des communautés d'invertébrés benthiques des rivières de la Guadeloupe et réponses aux perturbations anthropiques, Thèse de doctorat de l'université de Toulouse. 256p.
33. **Hoarau, C., et Hoareau, G., (1999)** : Maîtrise de biologie Des populations et des écosystèmes Bilan bibliographique de deux ordres de larves d'insectes aquatiques, les Ephéméroptères et les Trichoptères : systématique, écologie, biologie et répartition, Stage effectué à TORE sous la direction scientifique de M<sup>TM</sup> Corinne GRAC. 60P.
34. **Hoarau, C., Hoareau, G., (1999)** : Maîtrise de biologie Des populations et des écosystèmes Bilan bibliographique de deux ordres de larves d'insectes aquatiques, les Ephéméroptères et les Trichoptères : systématique, écologie, biologie et répartition, Stage effectué à TORE sous la direction scientifique de M<sup>TM</sup> Corinne GRAC. 60p.
35. **Hubbard, M.J., (1990)** : Mayflies of the world : a catalog of the family and genus group taxa (Insecta, Ephemeroptera). Flora and Fauna handbook 8, Sandhill Crane press, Gainesville, Florida, 119p.
36. **Khadraoui, A., (2004)** : Sols et hydraulique agricole dans les oasis algériennes, Edition : Houma, Ouargla, 324 p.

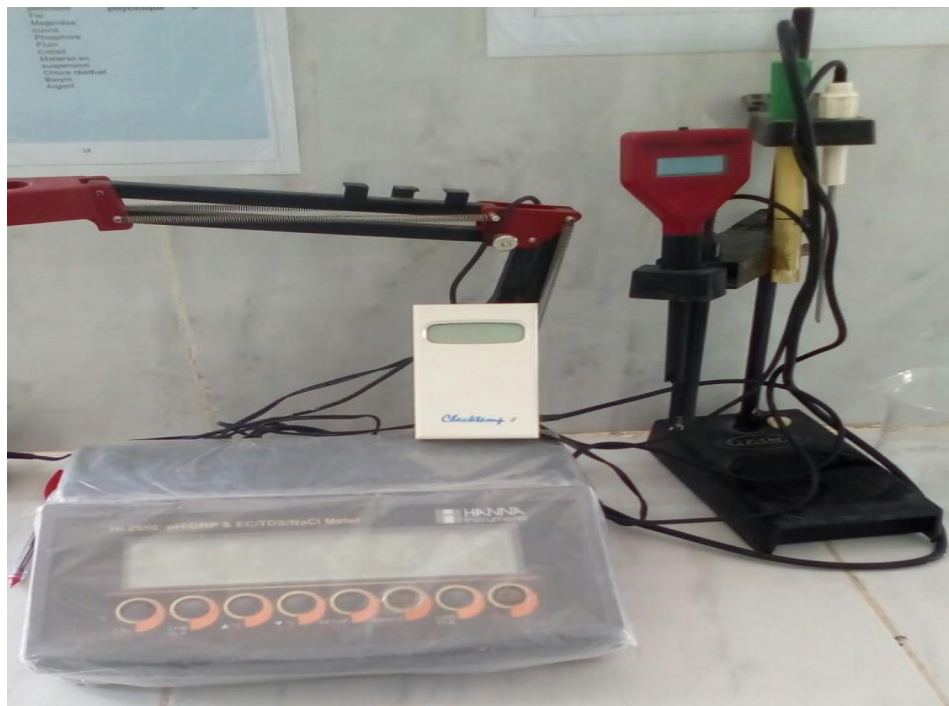
- 37. Lestage, J .A, (1925) :** Ephéméroptères, Plécoptères et trichoptères recueillis en Algérie par Gautier et liste des espèces connus actuellement de l'Afrique du Nord. Bull Soc,Hist,Nat, Afrique du Nord, 16 ;8-18.
- 38. Makhouk, M., Sbaa, M.,Berrahoua, A.,Clooster ,V., (2011) :** Contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued moulouya (Maroc Oriental). 169p.
- 39. Marcel, F.R., (1986) :** Dictionnaire français d'hydrologie de surface. Edition: Masson 94p.
- 40. Melghit, M., (2012) :** Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments eau, sédiments de l'Oued Rhumel, et des barrages Hammam Grouz et Béni Haroun. Mémoire de Magister en Écologie. Université Mentouri, Constantine, 132p.
- 41. Merabet, S., (2010) :** Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et Distribuées du barrage réservoir de beni-Haroun. Mémoire de Magister chimie analytique. Université Mentouri de Constantine. 104p.
- 42. Merrit, R. W., Cummins, K. W., (1984):** An introduction to the Aquatic insects of North America, 2<sup>ème</sup> edition, kendall/hunt edP Iowa, 722p.
- 43. Moisan, J., (2010) :** Guide d'identification des principales macros invertébrées benthiques d'eau douce du Québec – Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 82 p.
- 44. Mokdadi, H., et Messai, A.N., (2015) :** Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-Oued (Cas du lac Ayata, chott Marouan, lac Sif El-Menadi et chott Halloufa), Mémoire Master Biochimie Applique. Université Echahid Hamma Lakhdar d'el-Oued. 114p.
- 45. Mouaz .N ., et Bentchich, K., (2017) :** Caractérisation physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de l'oued de Cheliff, Master biologie - Université de Khemis-Miliana .64p.
- 46. Navas , L., (1929) :** insectes Névroptères et voisins de Barbarie (Septième série), Bull,Soc,Hist,Nat, Afrique du Nord,20 ;57-60.
- 47. Navas, L., (1922) :** insectos de l'excursion de D. Ascensio Codina a Marruecos .Trab.Mus. Ci. Nat. Barcelana.4 :119.127p.

- 48. Nehme, N., (2014) :** Evaluation de la qualité de l'eau du bassin inférieur de la rivière du Litani, Liban : approche environnementale, Thèse doctorat En géosciences, Université de Lorraine, 359p.
- 49. Nisbet, M., et Verenaux, J., (1970):** Composantes chimique des eaux courantes, discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyse chimiques. *Annl. Limnol.* 6 :161-190.
- 50. ONM., (2018):** Office Nationale de Météorologie de Laghouat.
- 51. Pearson, H., Rosenber, R., (1978) :** Macroenthic successions in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Océanography and marine biology.Rev.* 16. 311p.
- 52. Ramade, F., (2000) :** Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ediscience internationale, Paris, 1075 p.
- 53. Resh, V.M., Myers, M.J., Hannaford, M.J., (1996):** macro invertébrés as biotic indicateurs of enveronmental quality. In: *methods in Stream Ecology*, Academic Press.647-667p.
- 54. Righetti, B., (2016) :** Ephemeroptera, Montpellier SupAgro - Institut d'éducation à l'agroenvironnement de florac, 22p.
- 55. Rodier, J., (1996) :** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6<sup>ème</sup> édition: Dunod, Paris.
- 56. Rodier, J., (2005) :** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8<sup>ème</sup> édition Ed, Dunod, Paris,
- 57. Rodier, J., (2009):** L'analyse de l'eau ; eau naturelles, eau résiduelles, eau de mer.Dunod 9<sup>ème</sup> édition, Paris, 1596p.
- 58. Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J., Champsaur, H., et Rodier, L., (2005) :** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaire. Eau de mer. 8<sup>ème</sup> Ed. Dunod. Paris. 1383P.
- 59. Sari, H., (2014) :** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source « Attar » Mémoire de Master, en sciences des aliments, Université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen, 92p.
- 60. Sebihi, Z., (2015) :** La qualité physico-chimique des eaux de l'oued rhumel à, Mémoire de Master en Sciences de la Nature et de la Vie, Université des Frères Mentouri Constantine, 52p.

61. **Sellam, N., (2016)** : Etude de la structure du peuplement des Macro-invertébrés benthiques dans différents étages bioclimatiques en Algérie, thèse doctorat en sciences, Université A.Mira-Bejaia, 147p.
62. **Studemann , A., Landolt, P., Sartori, M., Hefti,D., (1992)** : Ephéméroptèra insecta Helvetica, Fanma,175p.
63. **Tachet, H., Richoux,P., Bournaud, M., et Usseglio, P.P., (2006)** : Invertébrés d'eau douce :Systématique, Biologie ,Ecologie.15° édition, CNRS Edition, paris,France , 587P.
64. **Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., Usseglio-Polatera, P., (2010)** : Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie, Edition CNRS éditions Paris, 601p.
65. **Thomas, A., (1981)** : Travaux sur la taxonomie, la biologie et écologie des insectes torrenticole de Sud-ouest de France (*Ephéméroptères et Diptères : Dixidae, Cecidomiidae, Rhagionidae, et Athéricidae*) avec quelque exemples de perturbation par l'homme, Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 303p.
66. **Zerlli, S., (2015)** : Description et répartition de *Potamanthes luteus* 1767 (*Ephemeroptera, potamanthidae*) en Tunisie. Entomol. Faun.-Faun .Entomol . 68 : 2013-218p.
67. **Zouggaghie, F., (2010)** : Etude des communautés de macro-invertébrés benthiques dans le bassin versant de la Soummam (Algérie). Thèse de Doctorat, Université de Béjaia A/Mira de Béjaia, 64p.
68. **Zourez, O., et Ferhan,I., (2003)** : Etude physico-chimique et biologique d'un écosystème aquatique ,Barrage de Boukourdane (wilaya de Tipaza).Mémoire .d'ingénieur d'état en aquaculture, Université de Tipaza, 104p.
69. **Zrelli, S., (2014)** : Les Ephéméroptères de la Tunisie : Taxonomie et écologie .thèse de Doctorat. Faculté des Sciences de Bizerte, Zarzouna 7021, Tunisie, 524p.

# *Annexes*

**Annexe 01 : appareil de multi-paramètre**



**Annexe 02 : méthode de dosage volumétrique**



**Annexe 03 : appareil spectrophotomètre**



**Annexe 04 : loupe binoculaire et stéréoscope.**



**Annexes 04** : les valeurs des paramètres mesurés sur la source d'eau Milok.

Milok	N de sortie	Les paramètres physico-chimiques																	
		Unit é	$\mu\text{S/cm}$	mg/l	-	mg/l	C°	-	mg/l										
			<b>C<sub>25</sub></b>	<b>M</b>	<b>TD<sub>s</sub></b>	<b>Sal</b>	<b>T</b>	<b>pH</b>	<b>Ca<sup>+2</sup></b>	<b>Mg<sup>+</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>TH</b>	<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>PO<sub>3/4</sub></b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup></b>	<b>O<sub>2</sub></b>
Mars	S1	2681	2033	1339	1.3	21.08	7.06	601.5	72.96	71	157.31	1800	0	0.045	12.7	0.02	480	5.6	
	S2	2685	2036	1330	1.3	16.03	7.8	585.17	10.46	1065	157.31	751.5	0.31	0.078	14.7	0.03	211.2	4.8	
Avril	S3	2659	2046	1330	1.3	13.2	7.45	657.31	26.75	177.5	262.18	1750	0	0.030	11.2	0.02	432	36.8	
	S4	2698	2046	1394	1.3	22.2	6.68	621.24	145.92	113.6	52.44	2150	0	0.011	9.44	0.01	336	16.1	
Mai	S5	2074	1573	1038	1	22.8	6.60	641.28	97.28	113.6	104.9	2000	0	0.015	9.4	0.09	643.2	12.8	

## Résumé

Pour contribuer à la connaissance des effets des paramètres physico-chimiques sur la répartition de la communauté des éphéméroptères (Macroinvertébrés benthiques) dans la source de Milok de la région de Laghouat, notre étude a été entamée durant la période printanière de l'année 2018.

L'étude faunistique nous a permis de recenser un total de 955 individus répartis en 2 de familles *Baetidae* et *Ceanidae*. Les *Baetidae* se caractérisent par une grande répartition temporelle, ils constituent la famille la plus abondante avec 922 individus (98%). Le suivi temporel de 17 paramètres physico-chimiques des eaux de notre source paraît globalement normal et indique que la source n'est pas polluée. L'étude statistique des paramètres physico-chimiques et le nombre d'éphéméroptères par le coefficient de la corrélation de Pearson, pour mettre en évidence la relation entre nos taxons recensés, et les paramètres analysés, a été limitée sur 3 paramètres corrélés fortement positive avec les éphéméroptères (oxygène dissoute, sulfate, chlorures). D'après Les résultats obtenus confirment que les éphéméroptères peuvent être confiné aux habitats à courants rapides, milieux de bonne d'oxygénation, et discerner une grande adaptation aux eaux séléniteuse.

**Mots clés :** Ephéméroptères, Laghouat, source Milok, paramètres physico-chimique.

## Abstract

To contribute to the knowledge of the effects of the physicochemical parameters on the pattern of the community of the Ephemeroptera (benthic Macro-invertebrates) in the source of Milok of the area of Laghouat, our study was started during the spring period of the year 2018.

The faunistic study enabled us to count a total of 955 individuals divided into 2 families *Baetidae* and *Ceanidae*. *Baetidae* are characterized by a great temporal distribution, they constitute the most abundant family with 922 individuals (98%). The temporal follow-up of 17 physicochemical parameters of water of our source appears overall normal and indicates that the source is not polluted. The statistical study of the physicochemical parameters and the number of Ephemeroptera by the coefficient of correlation of Pearson, to highlight the relation between our tax listed, and the analyzed parameters, was limited on 3 parameters correlated strongly positive with the Ephemeroptera (oxygen dissolved, sulphate, chlorides). The results obtained confirm that they can be confined with the habitats with fast currents, mediums of good of oxygenation, and to distinguish a great gypsum adaptation to waters.

**Key words:** Ephemeroptera, Laghouat, Milok source, parameters physico-chemical

## ملخص

للمساهمة في التعرف على تأثير العوامل الفيزيو-كيميائية على توزيع مجتمع اليوميات (الافقاريات الكبيرة القاعية) في منبع عين الميلىق، منطقة الأغواط، في فترة الربيع من عام 2018.

من خلال الدراسة الحيوانية حددنا 955 فرد مقسمة الى عائلتين *Baetidae* و *Caenidae*.

تعتبر *Baetidae* هي العائلة الأكثر وفرة بـ 922 بنسبة (98%). التتبع الزمني لـ 17 عامل الفيزيو-كيميائية للمياه في المنبع عين الميلىق. يبدو طبيعياً بشكل عام، ويشير إلى أن مصدر غير ملوث، الدراسة الإحصائية الفيزيو-كيميائية وعدد اليوميات عن طريق حساب معامل ارتباط بيرسون، لتسليط الضوء على العلاقة بين الأصناف المدرجة، وعوامل تحليل اقتصر على 3 عوامل بقوة ارتباط ايجابية مع اليوميات (الأوكسجين المذاب، كبريتات، كلورايد). وتؤكد النتائج أن اليوميات يمكن أن تتلائم في التيارات السريعة و الخلفيات الأوكسجين جيدة و تتميز بأقلها الكبير مع المياه السلينتية.

**الكلمات المفتاحية :** اليوميات، الأغواط، منبع الميلىق، العوامل الفيزيو-كيميائية