

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
جامعة عمار تليجي 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 : Microbiologie appliquée*

### THEME

---

**Ecologie et diversité de zooplancton dans le barrage  
de Sidi Ibrahim dans la commune de Gueltat Sidi  
Saad, Laghouat (Algérie).**

---

**Présenté par :**

*Benadda Cheima*

**Devant le jury :**

**Président(e) :** Gacem Mohamed Amine, Maitre de conférences A.

**Rapporteur :** Dr Benaceur Farouk et Dr Bouazzara Houria.

**Examineur (rice) s :** Zerrouki Mohamed Hocine, Maitre-assistant B.

**Soutenu publiquement le : 03 / 07 /2022.**

## **Remerciements**

*Au terme de ce mémoire, nous tenons à exprimer nos remerciements*

*Tout d'abord à **ALLAH** le tout puissant qui nous a donné la force et le courage pour réaliser ce travail.*

*Mes remerciements s'adressent en premier lieu à mes Encadrants Dr Benaceur Farouk et Dr Bouazzara Houria d'accepter d'encadrer mon travail et pour leurs encouragements.*

*mes vifs remerciements vont également aux membres de jurys Dr Gacem Mohamed Amine et Dr Zerrouki Mohamed Hocine, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon recherche en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Mes chaleureux remerciements vont à ma famille ; mes parents, mon père Manseur, ma mère fatena, Ces quelques lignes de remerciement sont si peu à côté de tout ce que vous avez fait pour moi. Vous m'avez toujours encouragée, soutenue " je vous aime".*

*Je tiens à remercier ma grand-mère Khadra , grand père Belhcine ma seule sœur Mama et mes frères Abd el-Kader, Mohamed Amin ,Belhcine et Benadda ,le mari de ma sœur Belkasem et leur famille :Abd el-Kader, ghofran ,et mon Prince souhaib Mohamed.*

*Un grand merci à mes chers amis: Soumia ,Nafissa, Nadia, cheimaa, faten, merci pour votre soutien.*

*Je remercie les enseignants du département de biologie de l'université AMAR  
TELIDJI.*

*Enfin je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.*



## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à à mes parents

Manseur et fatna

Aucun hommage ne pourrait être à la Que dieu leur procure

Bonne santé et longue vie.

Ma chère famille, mes Frères et ma sœur.

A mes chères amies

*Cheima Benadda*



## Résumé :

Ce travail a porté sur l'étude de l'évolution des communautés zooplanctoniques à partir de séries temporelles de relevés effectués entre avril et mai 2022, dans un écosystème aquatique de barrage sidi Ibrahim de Gueltat sidi saad dans la wilaya de Laghouat, Algérie. Les résultats qualitative et quantitative nous a permis d'identifier 16 familles de 34 espèces appartenant à 06 classes, les Rotifera représente respectivement 59.71%, Copepoda 20.35%, Cladocera 9.8%, Nématoda 7.66%, Brachiopoda 2.01% et Ostracoda 0.40%. Ainsi l'indice zooplanctonique de Shannon Weiner ( $H'$ ) calculés pour les différentes stations, varient entre 3.81 et 4.09 et l'indice de régularité ( $J'$ ) varient entre 0.88 et 0.92 ce qui confirme la diversité élevée des espèces planctonique. L'ensemble des paramètres physicochimique permet d'estimer la quantité de matière organique présente dans l'eau, et parmi l'ensembles des paramètres physicochimiques et à partir le test de corrélation de Pearson la  $T^\circ$ , pH, nitrate et le sulfate sont les principaux paramètres qui influent la diversité des espèces zooplanctoniques.

**Mots clés :** zooplancton, écosystèmes aquatique, paramètres physico-chimiques, qualité de l'eau, Barrage Sidi Ibrahim.

## Abstract :

This work focused on the study of the evolution of zooplanktonic communities from time series of surveys carried out between April and May 2022, in an aquatic ecosystem of the Sidi Ibrahim dam of Gueltat Sidi Saad in the wilaya of Laghouat, Algeria. The qualitative and quantitative results allowed us to identify 16 families of 34 species belonging to 06 classes, Rotifera represents respectively 59.71%, Copepoda 20.35%, Cladocera 9.8%, Nématoda 7.66%, Brachiopoda 2.01% and Ostracoda 0.40%. Thus, the Shannon Weiner zooplanktonic index ( $H'$ ) calculated for the different stations, vary between 3.81 and 4.09 and the regularity index ( $J'$ ) vary between 0.88 and 0.92 which confirms the high diversity of planktonic species. The set of physicochemical parameters allows to estimate the quantity of organic matter present in the water, and among the set of physicochemical parameters and from the Pearson correlation test the  $T^\circ$ , pH, nitrate and sulphate are the main parameters that influence the diversity of zooplanktonic species.

**Key words:** Zooplankton, aquatic ecosystems, physico-chemical parameters, water quality, Sidi Ibrahim dam.

## المخلص :

ركز هذا العمل على دراسة تطور مجتمعات العوالق الحيوانية في السلسلة الزمنية التي أجريت بين أبريل ومايو 2022 ، في نظام بيئي مائي لسد سيدي إبراهيم في قلعة سيدي سعد في ولاية الأغواط ، الجزائر. سمحت لنا النتائج النوعية والكمية بتحديد 16 عائلة من 34 نوعا تنتمي إلى 06 فئات ، وتمثل Rotifera 59.71% ، Copepoda 20.35% ، Cladocera 9.8% ، Nematoda 7.66% ، Brachiopoda 2.01% و Ostracoda 0.40%. على التوالي. مؤشر العوالق الحيوانية لشانون وينر ( $H'$ ) المحسوب للمحطات المختلفة، يتراوح بين 3.81 و 4.09 ويتراوح مؤشر الانتظام ( $J'$ ) بين 0.88 و 0.92 مما يؤكد التنوع العالي لأنواع العوالق. يتيح مجموعة الخصائص الفيزيائية والكيميائية تقدير كمية المواد العضوية الموجودة في الماء ، ومن بين جميع الخصائص الفيزيائية والكيميائية ومن اختبار ارتباط بيرسون ، تبين ان درجة الحرارة ودرجة الحموضة ، والنترات والكبريتات هي العوامل الرئيسية التي تؤثر على تنوع أنواع العوالق الحيوانية.

**الكلمات المفتاحية:** العوالق الحيوانية، النظم الإيكولوجية المائية، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، جودة المياه، سد سيدي إبراهيم

## Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Table de matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	

Introduction.....	01
-------------------	----

### Partie bibliographique

#### Chapitre 01 : Ecologie et dynamique de zooplancton dans les eaux douces.

1. Généralités.....	02
1.2. Définition de zooplancton.....	03
1.3. Les principaux groupes du zooplancton.....	03
1.3.1.Protozoaires et rotifères.....	03
1.3.2.Zooplancton permanent ou holoplancton.....	05
1.3.3.Zooplancton temporaire ou méroplancton.....	06
1.4.Les groups taxonomique .....	06
1.4.1.Copépodes.....	06
1.4.2.Cladocères.....	07
1.4.3.Rotifères.....	07
1.5. Dynamique de zooplancton.....	07
1.6 Le réseau trophique de zooplancton.....	08
1.7.La répartition de zooplancton.....	09
8.Écologie et rôle fonctionnel dans les écosystèmes.....	10
9.Les planctons comme indicateur de la pollution de l'eau.....	10
1.9.1Concernant les zooplanctons.....	11
1.10.Le relation entre zooplancton avec les poissons et phytoplancton et autre espèce.....	12

### Partie expérimentale

2.1. Cadre d'études.....	14
2.1.1. Présentation de la région d'étude.....	13
2.1.1.wilaya de Laghouat.....	13
2.1.2.1.Gueltat sidi saad.....	13
2.1.2.2.Définition de Barrage sidi Ibrahim.....	14
3.L'échantillonnage .....	16
3.1.Les sites d'échantillonnage.....	16
4.Les facteurs biotiques.....	17
4.1. Méthode d'étude de zooplancton.....	17
4.1.1. L'solement.....	17
4.1.2. Identification et dénombrement du zooplancton au laboratoire.....	18
5.Les Facteurs abiotiques.....	20
6. Analyses Statistiques des données.....	20
6.1. Indices de diversité .....	20
6.1.1. Indice de diversité de SHANNON.....	20
6.1.2. Indice d'équipartition des populations (équitabilité) .....	20

6.2. Analyses statistiques.....	21
6.2.1. Analyse univariées.....	21
6.2.2. Analyse bivariées.....	21
6.2.3. Analyse canonique des correspondances.....	22

## **Résultats et Discussion**

3.1. Inventaire et variations spatio-temporelle de la composition zoo-planctonique.....	23
3.1.1. Composition globale du zooplancton.....	23
3.1.2. La densité moyenne de zooplancton.....	25
3.1.3. Distribution spatiale de zooplancton dans le barrage de GSS.....	26
3.1.4. La densité globale.....	26
3.1.5. Distribution temporelle du zooplancton dans le barrage de GSS.....	27
3.1.6. La densité globale.....	27
3.3. Indices de diversité.....	28
3.4. Caractérisation physicochimique et qualité de l'eau.....	29
3.3.1. Température.....	29
3.3.2. Le potentiel d'hydrogène (pH).....	30
3.3.3. La conductivité électrique.....	30
3.3.4. Taux des solides dissous.....	31
3.3.5. La Turbidité.....	31
3.3.6. La salinité.....	32
3.3.7. Matière en suspension.....	32
3.3.8. Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	33
3.3.9. Le Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	33
3.3.10. Le Nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	34
3.3.11. Le phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ).....	34
3.3.12. Le Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....	35
4. Discussion.....	36
4.1. Diversité zooplanctonique et qualité physicochimique de l'eau.....	36
4.2. Corrélation entre les paramètres physicochimique et les principaux classe de zooplancton..	38
<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>40</b>
<b>Références.....</b>	<b>41</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>48</b>

## Liste des figures

<b>Figures</b>	<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
<b>01</b>	Composition Illustrant la diversité du Plancton. Le Phytoplancton est Représenté sur la partie Inférieure de la Composition, et le zooplancton sur la partie supérieure, avec le macrozooplancton et le mégazooplancton au sommet. (Crédits photos : Christian Sardet, OOV, voir « Les Chroniques du Plancton », et le beau livre « Plancton, aux origines du Vivant»).	<b>02</b>
<b>02</b>	Groupes taxonomiques du zooplancton.	<b>07</b>
<b>03</b>	Cycle de développement d'un copépode présentant les six stades naupliens et Les six stades copépodites. (Hart,1996).	<b>08</b>
<b>04</b>	Réseau trophique d'un écosystème aquatique (d'aprèsCARRTEL).	<b>09</b>
<b>05</b>	Alevin de dulcicole et phytoplancton diatome et dinoflagellés.	<b>13</b>
<b>06</b>	Situation géographique de la région de Laghouat.	<b>13</b>
<b>07</b>	La station géographique de Gueltat Sidi Saad.	<b>14</b>
<b>08</b>	Barrage Sidi Brahim et Gueltat Sidi Saad dans satellite (GPS, 2022)	<b>15</b>
<b>09</b>	Photos de barrage sidi Ibrahim (Original, 2022)	<b>15</b>
<b>10</b>	Situation de quatre station d'étude.	<b>16</b>
<b>11</b>	Schéma représentatif d'un filet à plancton (originale, 2022).	<b>18</b>
<b>12</b>	Les échantillons zooplanctonique (Original,2022).	<b>18</b>
<b>13</b>	Les étapes de la technique de comptage du zooplancton	<b>19</b>
<b>14</b>	Richesse spécifique par classes de zooplancton récentes dans le barrage de GSS (Fevrier 2022-Mai 2022).	<b>25</b>
<b>15</b>	Répartition stationnelle de la densité zooplanctonique en fonction de classes pendant la période d'étude.	<b>26</b>
<b>16</b>	Densité moyenne globale par station de zooplancton recensé dans le barrage de Gueltat Sidi Saad	<b>27</b>
<b>17</b>	Variation spatio-temporelle de la densité globale du zooplancton de barrage de Gueltat Sidi Saad.	<b>27</b>
<b>18</b>	Variation mensuelle de la densité globale zooplanctonique de barrage de Gueltat Sidi Saad	<b>28</b>
<b>19</b>	Indice zooplanctonique de Shannon-Weiner (H') et indice de régularité (J') pour chaque station d'échantillonnage	<b>29</b>

<b>20</b>	Variations mensuelles de la température (°C) de l'eau des quatre stations de la région prospectée.	<b>29</b>
<b>21</b>	Variations mensuelles du pH de l'eau des quatre stations dans le barrage de Sidi Brahim pendant la période d'étude.	<b>30</b>
<b>22</b>	Variations mensuelles de la conductivité de l'eau des quatre stations du site d'étude.	<b>30</b>
<b>22</b>	Variations mensuelle de la TDS de l'eau	<b>31</b>
<b>23</b>	Variations mensuelles de la Turbidité de l'eau des quatre stations dans le barrage de Sidi Brahim pendant la période d'étude.	<b>31</b>
<b>24</b>	Variations mensuelle de la Salinité de l'eau.	<b>32</b>
<b>25</b>	Variations mensuelles de la valeur de la matière en suspension de l'eau des quatre stations du site d'étude.	<b>32</b>
<b>26</b>	Variations mensuelles de la valeur d'ammonium de l'eau des quatre stations du Site d'étude	<b>33</b>
<b>27</b>	Variations mensuelles de la valeur des nitrates de l'eau des quatre stations du site d'étude.	<b>33</b>
<b>28</b>	Variations mensuelles de la valeur des Nitrites de l'eau des quatre stations du site d'étude.	<b>34</b>
<b>29</b>	Variations mensuelles de la valeur des ortho phosphates de l'eau des quatre stations du site d'étude.	<b>34</b>
<b>30</b>	Variations mensuelles de la valeur des sulfates de l'eau des quatre stations du site d'étude	<b>35</b>
<b>31</b>	Corrélation de Pearson (r) entre les paramètres physicochimiques de l'eau et les principales classes de zooplancton.	<b>38</b>
<b>32</b>	Analyse Canonique des correspondance (ACC) entre les paramètres physicochimiques de l'eau et les principales classes de zooplancton.	<b>39</b>

### Liste des tableaux

N° de tableau	Le titre	Page
Tableau 01	les groupes des protozoaires est rotifères.	04
Tableau 02	Les principaux groupes de zooplancton.	05
Tableau 03	Description de la station de Barrage Gueltat Sidi saad.	16
Tableau 04	Liste récapitulative de 34 espèces recensées au niveau du barrage entre novembre 2022 et octobre 2022 (Fréquences d'occurrence (C%), et échelle de constance (EC).	23

## Liste des abréviations

<b>C° :</b>	Degrés Celsius.
<b>CO<sub>2</sub> :</b>	Dioxyde de carbone.
<b>E.D</b>	Eau distillée.
<b>L / l :</b>	Litre.
<b>m :</b>	Mètre.
<b>Km<sup>2</sup> :</b>	Kilo mètre carré.
<b>µm :</b>	Micro mètre.
<b>ml :</b>	Millilitre.
<b>min :</b>	Minute.
<b>O<sub>2</sub> :</b>	Oxygène.
<b>% :</b>	Pourcentage.
<b>pH :</b>	Potentiel hydrique.
<b>T° :</b>	Température.

**Ind/l :** Individu par litre

**St.1:** Station01

**St.2:** Station01

**St.3:** Station01

**St.4:** Station01

# **Introduction**

## Introduction

---

Les écosystèmes aquatiques abritent un ensemble diversifié d'organismes en interaction entre eux et avec leur milieu de vie. Chacun de ces organismes, à travers sa niche écologique et indépendamment de sa taille, joue un rôle spécifique dans le fonctionnement et l'équilibre de l'écosystème.

Le plancton, du grec planktos signifiant errant, se définit par « l'ensemble des organismes pélagiques susceptibles d'être entraînés par le déplacement des eaux » (Bougis, 1974). Les organismes planctoniques peuvent être regroupés selon leur taille, leur nature, les caractéristiques biologiques de leur cycle de développement, leur répartition verticale sur la colonne d'eau ou le type d'environnement qu'ils peuplent, parmi les groupes vivants les plus abordés dans les planctons, nous citons le phytoplancton et zooplancton. Le zooplancton constitue l'ensemble des animaux microscopiques vivant en pleine eau et dont la nage ne permet pas de s'opposer aux mouvements de courants (Dussart, 1966).

De façon générale zooplancton est formé par trois groupes essentiels : les Copépodes, Les Cladocères (Crustacés) et les Rotifères. Il existe d'autres organismes qui font partie du zooplancton tels que : les larves de Diptère Chaoborus épisodiquement Planctoniques, les protozoaires (ciliés testacés), etc.

Le présent travail vise à la réalisation d'une étude dans un plan d'eau naturel Khenag Sidi Ibrahim Chemorra d'une distance de 12km de la Région Gueltat sidi Saad dans dans la wilaya de Laghouat. L'objectif principal de notre étude porte sur :

- La diversité et l'écologie des communautés zooplanctoniques de barrage.
- Identifier les facteurs déterminant la diversité zooplanctonique dans quatre stations au niveau le barrage étudié.
- Relier les caractéristiques environnementales aux communautés zooplanctoniques en utilisant un ensemble défini de descripteurs physico-chimiques.

Ce manuscrit de mémoire s'organise en 3 parties :

**La première partie** est une synthèse bibliographique sur l'écologie et la dynamique de zooplancton dans les eaux douces. **La deuxième partie** est consacré aux différents matériels et méthodes utilisées dans ce travail y compris : la présentation de la région d'étude, de sites d'étude et de site d'échantillonnage et de barrage infero- flux de Sidi Ibrahim dans le Gueltat de Sidi Saad, les méthodes d'échantillonnage et l'étude de zotoplancton. **La troisième partie** est consacrée aux principaux résultats et discussion menées dans notre étude. Et enfin une conclusion et perspective.

# **Synthèse bibliographique**

**Chapitre 01 :  
Ecologie et  
Dynamique de  
zooplancton dans les  
eaux douces.**

# Chapitre 01 : Ecologie et dynamique de zooplancton dans les eaux douces

## 1. Généralités

Le terme « plancton » introduit par l'océanographe et zoologiste Victor Hensen (Hensen, 1887), provenant du grec, « planktós » signifiant « instable » / « errance », désigne l'ensemble des organismes aquatiques incapables de lutter contre les courants, certains organismes planctoniques disposent néanmoins de la capacité de se mouvoir en utilisant une nage active (ex : flagelles, péristaltisme...) ou en modifiant leur flottabilité (Hays et al., 2005). En ce sens, le plancton s'oppose au necton constitué des organismes aquatiques capables de s'émanciper de la dynamique des masses d'eau. A partir de cette définition générale, le plancton assimile une importante diversité d'organismes regroupant à la fois des virus (Virio-plancton), des procaryotes (bactéries et archées) et des eucaryotes (protistes, animaux, végétaux et champignons). Concernant ces derniers, l'une des méthodes historiques de regroupement des organismes repose sur la Caractérisation de leur mode de nutrition. Ainsi, le phytoplancton constituant « le plancton Végétal », correspond aux algues unicellulaires et intègre plus généralement les organismes Autotrophes (ex : cyanobactéries). Pour les organismes hétérotrophes, une distinction a été établie entre les osmotrophes, dont le mécanisme de nutrition s'élabore à travers l'absorption de matière organique dissoute et les phagotrophes, par assimilation de matière organique particulaire (Fig.1). Les premiers ont été rassemblés au sein du « Bacterio-plancton », tandis que les seconds ont caractérisé le Zooplancton (« plancton animal ») (ICES, 2006).



**Figure 01** : Composition Illustrant la diversité du Plancton. Le Phytoplancton est Représenté sur la partie Inférieure de la Composition, et le zooplancton sur la partie supérieure, avec le macrozooplancton et le mégazooplancton au sommet. (Crédits photos : Christian Sardet, OOV, voir « Les Chroniques du Plancton », et le beau livre « Plancton, aux origines du Vivant »).

# Chapitre 01 : Ecologie et dynamique de zooplancton dans les eaux douces

## 2. Définition de zooplancton

Le zooplancton (du grec zoo ou « animal ») est un plancton animal, le zooplancton marin regroupe une grande diversité de Phylum d'organismes unicellulaires (Protozoa, Actinopoda, Retaria, Cercozoa et Ciliophora) et pluricellulaires (Cnidaria, Ctenophora, Rotifera, Platyhelminthes, Nemertea, Annelida, Mollusca, Arthropoda, Chaetognatha et Chordata).


Plusieurs catégories peuvent être définies selon la taille des organismes (microzooplancton < 200 µm, mésozooplancton 0.2 – 20 mm et le macrozooplancton > 20 mm) et leur position dans la colonne d'eau (épiplancton : couches superficielles, mésoplancton : couches intermédiaires et bathyplancton : couches profondes). Topographiquement, il y a des espèces néritiques ou plancton côtiers et selon le cycle biologique : holoplancton et méroplancton qui sont caractérisés comme des organismes planctoniques durant toute leur vie ou une partie de leur vie parmi le plancton, respectivement (Bougis 1976, Larink et Westheide, 2011).

## 3. Les principaux groupes zooplanctonique



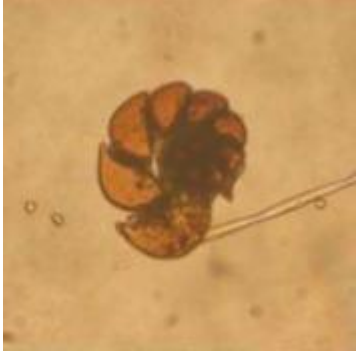
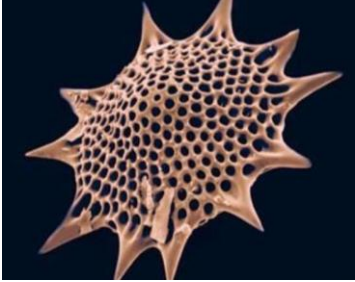
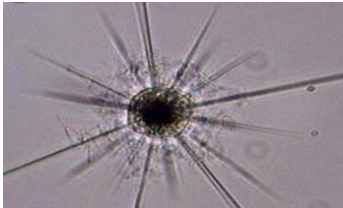
Dans le zooplancton, certains animaux sont planctoniques tout au long de leur vie, on parle de plancton permanent ou holoplancton, d'autres sont planctoniques uniquement une partie de leur vie, on parle de plancton temporaire ou méroplancton. En milieu marin, la plupart des animaux ont leurs premiers stades de vie planctonique.

**3.1. Protozoaires et rotifères :** Ce sont des organismes holoplanctoniques unicellulaires (protozoaires) ou pluricellulaires à nombre limité de cellules (rotifères), qui représente dans le tableau 01.

**Tableau 01 :** Les groupes des protozoaires et rotifères.

Les groupes	Description	Exemple d'espèces
• Rotifères	majorité des animaux aquatiques, 2mm de long corps cylindrique, sphérique ou en forme de trompette	

## Chapitre 01 : Ecologie et dynamique de zooplancton dans les eaux douces





<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tintinidés</li> </ul>	<p>groupe de protozoaires ciliés des ,coquilles en forme de vase</p>	
<p>Dinoflagellé hétérotrophes</p>	<p>D'organismes eucaryotes unicellulaires. Microorganisme aquatique, hétérotrophes, flagelles</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foraminifères</li> </ul>	<p>Ce sont des organismes surtout marins, libres ou fixés, dont le protoplasme est protégé par une coquille ou test, initialement chitinoïde, presque toujours enrichie en matières minérales</p>	
<p>Radiolaires</p>	<p>Protozoaire actinopode marin, protozoaire actinopode, squelette siliceux, diamètre 0,1-0,2mm</p>	
<p>Acanthaires</p>	<p>Sont l'un des trois groupes d'Actinopodes avec les Radiolaires et les Héliozoaires.</p>	

## Chapitre 01 : Ecologie et dynamique de zooplancton dans les eaux douces




### 3.2. Zooplancton permanent ou holoplancton

Le zooplancton permanent est composé d'animaux unicellulaires et pluricellulaires et se reproduit par accouplement, se multiplie, et à chaque taille de sa croissance est une proie facile pour les espèces supérieures, qui est représenté dans le tableau 02 suivant.

**Tableau 02 :** Les principaux groupes de zooplancon.

Les espèces	Description	Exemples d'espèces
Cnidaires	Possédant une symétrie radiale, Sont diploblastiques les animaux dont la constitution dérive uniquement de deux feuilletts embryonnaires, l'externe ou ectoderme, l'interne ou endoderme.	
Cténophores	Multicolores, prismes lumineux, corps gélatineux	
Annélides	Des organismes vermiformes protostomiens mesurant entre 0,5 mm et 3 m de long. Ils possèdent un corps de section cylindrique,	
Mollusques	Leur corps se compose généralement d'une tête, d'une masse viscérale, et d'un pied.	

## Chapitre 01 : Ecologie et dynamique de zooplancton dans les eaux douces

Chétognathes	C'est un très isolé de petits animaux marins planctoniques, à organisation simple ; ils sont hermaphrodites à développement direct	
Crustacés	Le corps est revêtu d'un exosquelette chitinoprotéique, des différentes parties du corps ainsi que des appendices et autorisent les mouvements	
Urochordés	Ou tuniciers leur corps est généralement entouré par un revêtement épais,	

### 3.3. Zooplancton temporaire ou méroplancton

Plancton temporaire composé d'espèces animales, où son stade de vie est sous la forme de plancton, c'est-à-dire d'organismes animaux vivant en pleine eau et se laissant porter par les courants. Il s'agit notamment de toutes les espèces d'un seul état larvaire est de forme planctonique.

#### 4. Les groups taxonomique :

Le zooplancton est composé de protozoaires unicellulaires (flagellés, ciliés et Sarcodines ayant un rôle important dans la boucle microbienne) et de métazoaires Pluricellulaires (rotifères, cladocères et copépodes), qui sont plus souvent étudiés (Fig.2). Les organismes zooplanctoniques diffèrent par leur taille, leur régime alimentaire (microphage herbivore et détritivore, macrophage omnivore et carnivore), leur position trophique, leur Mode de reproduction et leur phénologie saisonnière (Amblard et Pinel-Alloul, 1995; Allen, 1976).

#### 4.1. Copépodes

Leur taille est comprise entre 0.5 et 3.5 mm (Duchêne et Camus, 1994). Ils sont abondants dans le plancton marin (Calanus) et d'eau douce (Cyclops) (Gaujous, 1995).

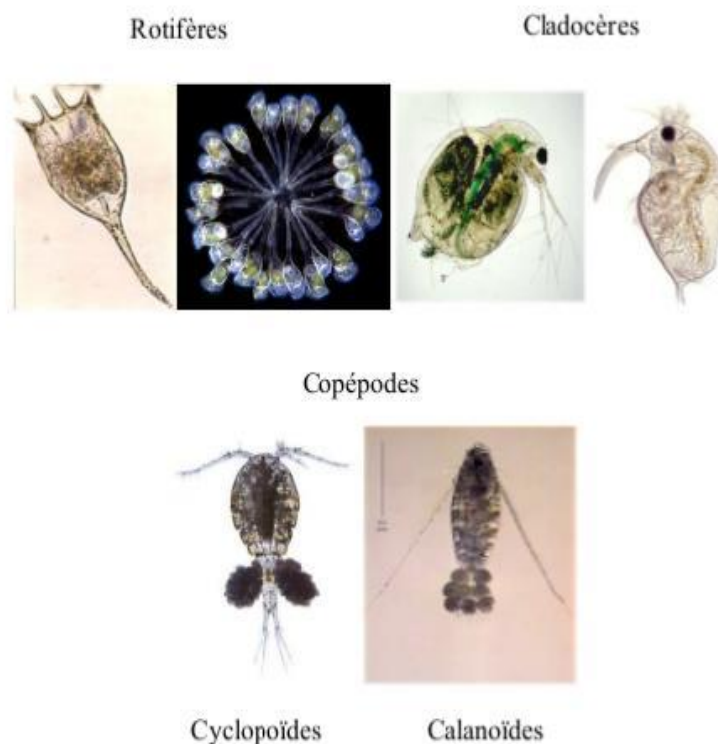
# Chapitre 01 : Ecologie et dynamique de zooplancton dans les eaux douces

## 4.2. Cladocères

Ils sont très importants dans le plancton d'eau douce. Les plus abondants appartiennent au genre *Daphnia*. Prédateurs du phytoplancton, ils peuvent l'être aussi des coliformes des défécations (Gaujous, 1995). *Daphnia* est un cladocère utilisé pour les tests de toxicité (Gaujous, 1995).

## 4.3. Rotifères

Ils sont caractérisés par une taille allant de 0.1 à 1 mm (ex. *Brachionus*), un appareil rotateur ciliaire et un organe masticateur (Fuller et al., 1977 ; Gamon et Stemberger, 1978 ; Hutchinson, 1967 ; Patalas et Patalas, 1966 ; Sladeczek, 1983).



**Figure 02 :** Groupes taxonomiques du zooplancton.

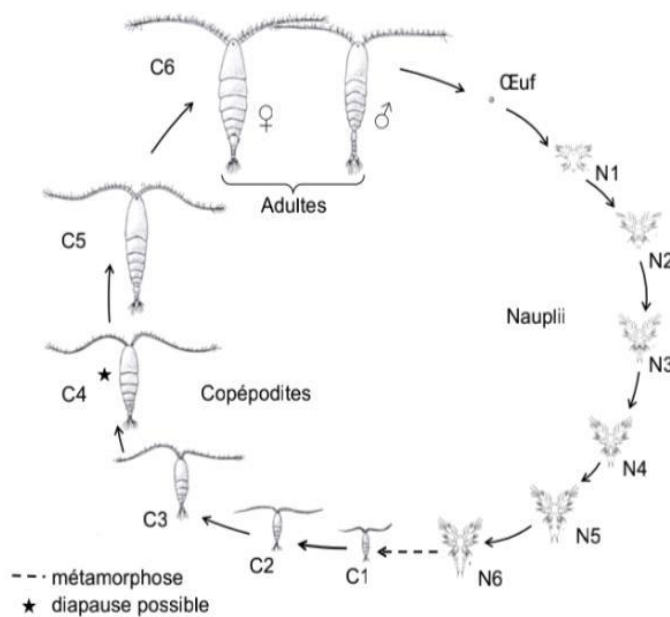
## 5. Dynamique de zooplancton

Dans les écosystèmes aquatiques pélagiques, le zooplancton joue un rôle primordial, car il est le lien qui permet le transfert d'énergie de la production primaire vers le niveau trophique supérieur soit vers l'ichthyofaune. Par conséquent, ces organismes zooplanctoniques constituent une communauté biologique de grand intérêt dans l'étude des écosystèmes aquatiques. La dynamique des populations zooplanctoniques devient alors un élément clé dans l'étude de ces écosystèmes.

## Chapitre 01 : Ecologie et dynamique de zooplancton dans les eaux douces

La disponibilité des organismes zooplanctoniques pour les niveaux trophiques supérieurs (Twombly et al., 2007). La disponibilité de ces organismes dans le milieu est déterminée par leur production et leur mortalité influencées par les facteurs environnementaux. La production d'œufs du zooplancton est affectée par des facteurs abiotiques comme la température et biotiques comme la disponibilité de nourriture alors que la mortalité est due à la prédation par des vertébrés ou invertébrés (Hart, 1996 ; Hopp et al., 1997 ; Peterson, 2001 ; Shuter and Ing, 1997 ; Stockwell and Johannsson, 1997).

Parmi les organismes zooplanctoniques, Les copépodes possèdent un développement ontogénique marqué par une Métamorphose majeure (passage du stade N6 à C1), qui offre une vulnérabilité étendue à divers prédateurs et qui conduit également à des changements dans le régime Alimentaire (Santer and Lampert, 1995). De tels changements entraînent alors la présence d'interactions complexes à l'intérieur du réseau trophique avec la présence D'organismes herbivores, omnivores et carnivores (Fig. 3).



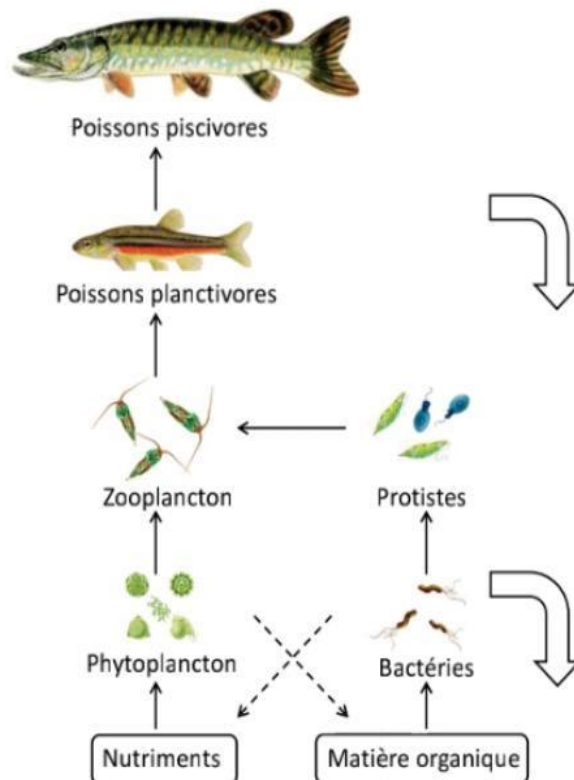
**Figure 03:** Cycle de développement d'un copépode présentant les six stades naupliens et les six stades copépodites (Hart,1996).

### 6.Le réseau trophique de zooplancton

Le zooplancton constitue un élément charnière des réseaux trophiques lacustres l'influence des facteurs ascendants (bottom-up: nutriments, ressources algales) et descendants (top-down: prédation par les poissons et les invertébrés) (McQueen et al., 1986). Il joue un rôle clef dans le réseau trophique pélagique et régule le fonctionnement des écosystèmes lacustres. Par son

## Chapitre 01 : Ecologie et dynamique de zooplancton dans les eaux douces

broutage, il exerce un contrôle sur le développement des algues et le maintien de la transparence de l'eau. Via la prédation, il assure le transfert du carbone aux niveaux supérieurs, soit vers les poissons planctivores puis les poissons piscivores. Les réseaux trophiques caractéristiques des lacs aux eaux claires et des lacs turbides aux eaux brunes se différencient par la structure en taille et la composition du zooplancton (Fig.4).



**Figure 04:** Réseau trophique d'un écosystème aquatique (d'après **CARTEL**).

### 7. La répartition de zooplancton

Pour certaines espèces le développement s'effectue dans la zone benthique (*Chaoborus*, *Cyclops strenuus*). Lorsque la densité des individus s'accroît (*Bosmina longirostris*), certaines espèces ont tendance à coloniser la zone littorale (Pourriot, 1982). Les peuplements zooplanctoniques des zones littorales sont le plus souvent plus abondants et plus diversifiés que ceux de la zone pélagique. La qualité et la disponibilité des ressources nutritives ont une influence sur la composition des peuplements zooplanctoniques. La densité des peuplements est liée à la productivité du milieu et varie de quelques individus par litre d'eau dans des lacs oligotrophes, à plusieurs dizaines de milliers dans les lagunes d'épuration (PizayParenty, 1985 ; Cemagref, 1985).

### **8. Écologie et rôle fonctionnel dans les écosystèmes**

Le zooplancton occupe une place centrale des réseaux trophiques pélagiques, assurant le transfert de matière et d'énergie issues des ressources de base (producteurs primaires phytoplanctoniques et éventuels apports allochtones) vers les niveaux trophiques supérieurs. Par conséquent, la structure et le comportement trophique des communautés zooplanctoniques influencent et sont influencés par les autres compartiments du réseau trophique. D'un point de vue trophique, les communautés zooplanctoniques sont régulées d'une part par la ressource disponible (contrôle de type « bottom-up », des maillons inférieurs du réseau trophique vers les niveaux supérieurs – McQueen et al., 1986). En particulier la composition de la Matière en Suspension (sa proportion en Matière Organique et Inorganique, la quantité et la composition du phytoplancton, des détritiques, des micro-organismes...) influence le zooplancton qui y trouve sa nourriture. D'autre part, la pression de prédation que les organismes.

De plus, certains contaminants sont associés à la matière en suspension au sein de laquelle se nourrit le zooplancton, en particulier les contaminants organiques, du fait de leurs caractéristiques hydrophobes. Les organismes sont donc en contact direct avec ceux-ci, et deviennent un vecteur potentiel des polluants par voie trophique (Cailleaud et al., 2007; Arias et al., 2016; Tlili et al., 2016). En raison de sa position trophique et de son cycle de vie relativement court, le zooplancton est par ailleurs particulièrement sensible aux variations environnementales et répond rapidement aux changements de conditions de son milieu (Gannon et Stemberger, 1978 ; Mialet et al, 2010, 2011 ; Chambord et al., 2016). Il est donc fortement influencé, de manière directe ou indirecte, par les conditions environnementales, et est fréquemment cité en tant qu'indicateur de pollution. Certaines espèces de rotifères et de cladocères sont aussi très utilisées dans les tests d'écotoxicologie (Moss, 2007 ; Nõges et al., 2009 ; Jeppesen et al., 2011 ; Haberman et Haldna, 2014).

### **9. Les planctons comme indicateur de la pollution de l'eau**

Le plancton joue également un rôle important dans la détérioration biologique de la matière organique; mais si les populations de plancton sont trop importantes, cela crée d'autres problèmes de gestion de la masse d'eau. Les poissons à ce stade critique du processus écologique jouent un rôle important en broutant les planctons. Les deux rôles joués par les poissons sont très cruciaux car ils aident à maintenir le bon équilibre des planctons dans l'étang et à convertir les nutriments disponibles dans les eaux usées en une forme consommable par les humains. De plus, certains planctons tels que les cyanobactéries produisent des toxines nocives pour la croissance

## **Chapitre 01 : Ecologie et dynamique de zooplancton dans les eaux douces**

---

des poissons. Ainsi, les planctons peuvent être qualifiés d'utiles ou de nuisibles en ce qui concerne la production de poissons alimentée par les eaux usées.

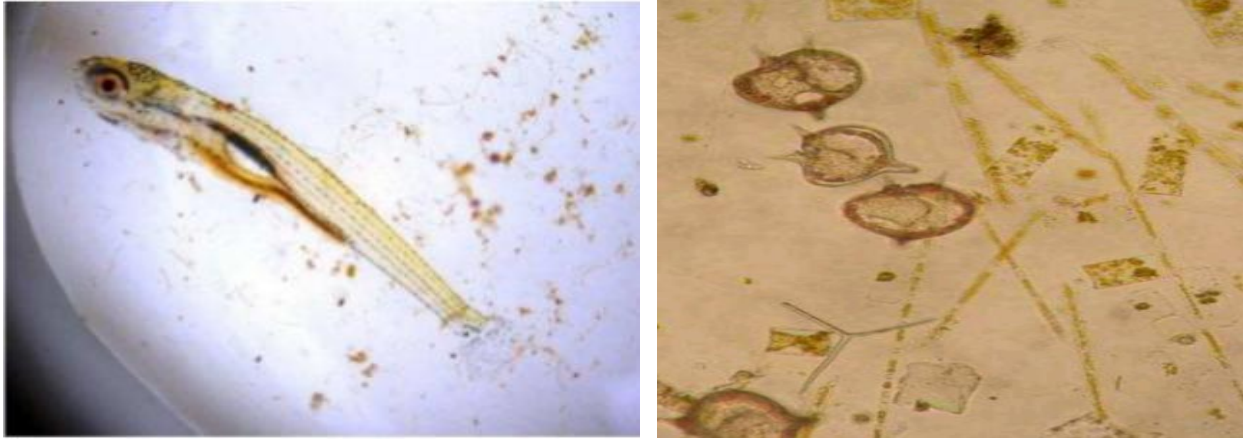
### **9.1. Concernant les zooplanctons**

Le zooplancton peut être présent dans une grande variété de conditions écologiques. Pourtant, l'oxygène désintégré, la température, la salinité, le pH et d'autres paramètres physico-chimiques sont des éléments restrictifs. La proximité de trois types de Brachionussp indique que le lac est eutrophié et naturellement contaminé. La population de copépodes varie selon les saisons dans divers plans d'eau présents dans différentes parties de l'Inde; les études saisonnières des zooplanctons ont montré que la densité des zooplanctons était la plus élevée pendant la saison des pluies, alors qu'elle diminuait en été en raison des températures élevées. Les copépodes forment le groupe dominant de tous les zooplanctons, suivis des Cladocera, des rotifères et des Ostrocodes. En fin de compte, le zooplancton s'est révélé être un excellent bioindicateur pour évaluer la contamination des corps océaniques (eau salée).

### **3. Le relation entre zooplancton avec les poissons et phytoplancton et autre espèce**

Le zooplancton réalise la production secondaire dans les réseaux trophiques marins. Ils remplissent un rôle crucial en broutant le phytoplancton (producteurs primaires) et les autres micro-organismes du proto-zooplancton (section suivante ; Calbet et Landry 1999, Calbet 2001, Frangoulis et al., 2004), puis en étant consommés par les niveaux trophiques supérieurs qui vont des petits poissons pélagiques aux mammifères marins et oiseaux. La valeur des services écosystémiques aquatiques a été évaluée à plus de 22 billions de dollars par an (Costanza et al. 1997), et le zooplancton contribue significativement au rendu de ces services. L'abondance et la composition du zooplancton affectent fortement le recrutement de divers poissons d'importance économique comme la morue, l'anchois, le flet, la sardine et le thon, dont les stades larvaires et juvéniles ciblent souvent les copépodes (Stergiou et Karpouzi 2002, Beaugrand et al., 2003, Heath et Lough 2007, Morote et al., 2010, Catalán et al., 2011, Costalago et al., 2014).

En effet, Haberman (1998) a estimé à plus de 60 % la production primaire lacustre transférée par le zooplancton aux alevins de poissons (Fig.5). Ainsi le succès de la reproduction des poissons n'est pas juste tributaire des conditions physiques du milieu (durée du jour, température...), mais il est également, et largement, dépendant des facteurs biologiques (quantité de nutriments...). Le zooplancton représente la plus importante source de protéine des alevins, dont il constitue l'essentiel de la nourriture (Nogrady et al., 1995 ; Piasecki et al., 2004 ; Brassard, 2009).



**Figure 05** :Alevin de dulcicole et phytoplancton diatome et dinoflagellés.



lieu du district qui comprend les communes d'El-Bayda, Ain Sidi Ali et El-Haj El-Mishri 2] . Il traverse la commune de Qalta, Sidi Saad La longue vallée, l'Oued Chlef , est la vallée la plus importante d' Algérie et sa longueur est de 725 km. La commune s'élève – plus de 900 mètres d'altitude,

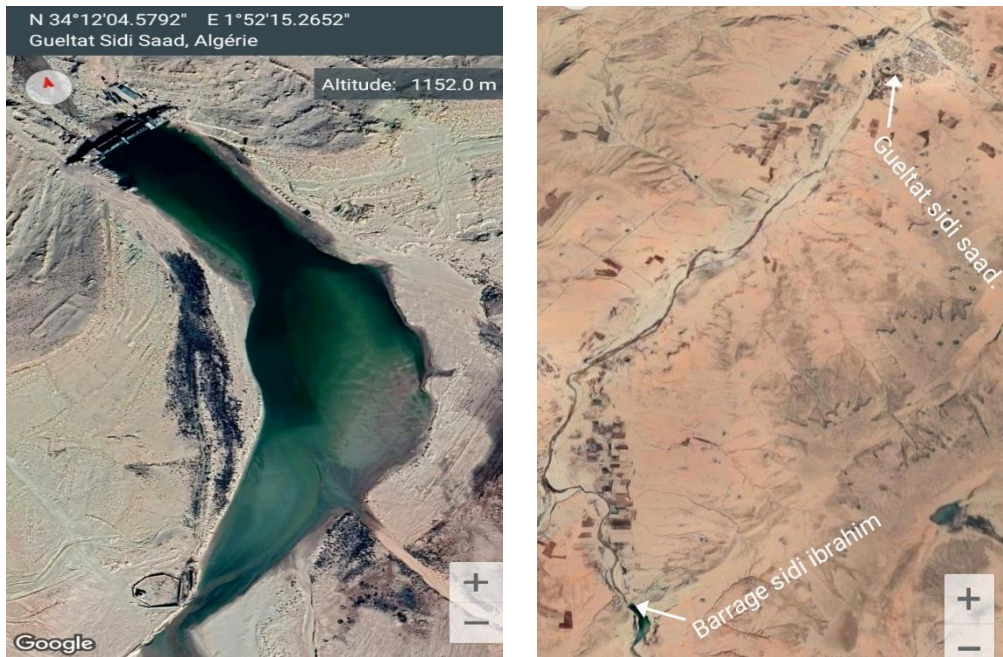
Le climat de la commune de Guelta Sidi Saad est semi-aride, les précipitations sont faibles.



**Figure 07:** La station géographique de Gueltat Sidi Saad.

### 2.1.3. Définition de Barrage Sidi Ibrahim

Le barrage Kheneg Sidi Ibrahim est situé à l'ouest de Gueltat Sidi Saad in périmètre de Chemorra une façon 12km (Fig. 08), Ce barrage s'étend sur une superficie de 600 hectares, Réceptionné Il a été inauguré par le Premier ministre Abdelmalek Sellal en 2011 pour un financement de plus de 500 millions Da (Mohamed Hamouti, 2018. <http://dknews-dz.com/article/89703-laghouat-entretenir-le-barrage-de-kheneg-sidi-brahim-pour-irriguer-regulierement-le-perimetre-chemorra.html>). Le barrage Sidi-Brahim offre une capacité d'emmagasinage annuel de quatre (4) millions de mètres cubes, il est compris entre les parallèles N 34°12'35.1036 » E 1°52'15.3912 ». (Fig 09). Ce barrage destiné à l'irrigation agricole, en plus d'autres opérations de boisement et de protection de la couverture végétale, de l'activité agricole dans la région.



**Figure 08 :** Barrage Sidi Brahim et Gueltat Sidi Saad dans satellite (GPS, 2022).



**Figure 09 :** Photos de barrage sidi Ibrahim (Original, 2022).

### 3. L'échantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé pendant 4 mois dans quatre stations qui sont montrées dans la figure 10, durant les heures du matin. Le prélèvement d'eau a été fait en profondeur de 50 cm un échantillon représentatif d'eau et posé dans une bouteille en plastique, et il est maintenu en glacière à 4°C jusqu'à l'analyse ultérieure.

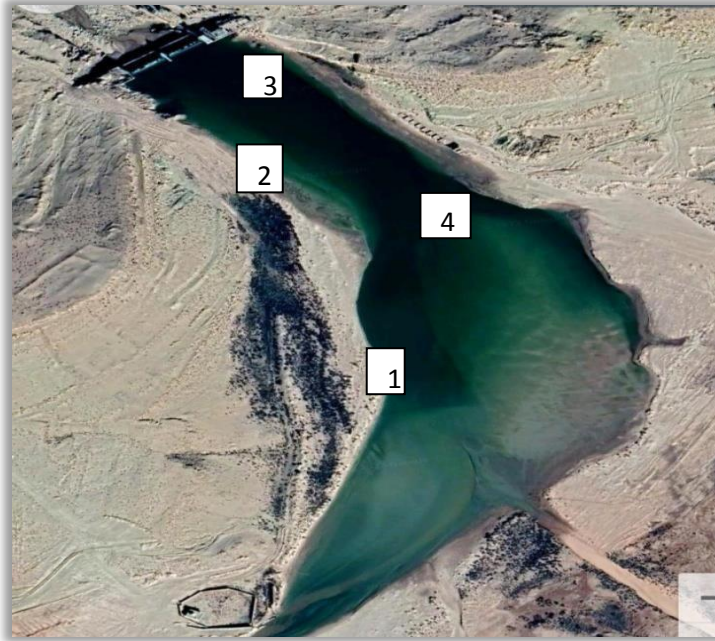






Figure 10 : Situation de quatre stations d'étude.

#### 3.1. Les sites d'échantillonnage

Nous avons réalisé plusieurs sorties sur terrain pendant toute la période s'étendant entre février et mois mai. Le choix de quatre stations a été fait selon : la topographie du milieu, la morphométrie (les principaux cours d'eau qui déversent au niveau d'oued), la profondeur la nature de la couverture végétale, les activités agricoles et le pâturage (Tab. 03).

Tableau 03 : Description de la station de Barrage Gueltat Sidi Saad.

Les stations	Photos des stations	Coordonnées géographiques	Altitude	Description
Station 01		N34°12'17.8956" E1°52'12.846"	1174.0 m	Près du tombeau de Sidi Ibrahim Ibn Adjal (proche des touristes). Exposé au trafic routier.

Station 02		N34°12'25.5744" E1°52'16.5396"	1142.0 m	colline de sable. Quelque algues Des végétaux aquatiques et terrestre
Station 03		N34°12'34.2144" E1°52'16.23"	1151.0 m	Près d'administration de barrage. Quelque algues
Station 04		N34°12'31.2192" E1°52'18.2208"	1145.0 m	À côté d'un peu d 'herbre. Petite planète. Des végétaux Quelque algues.

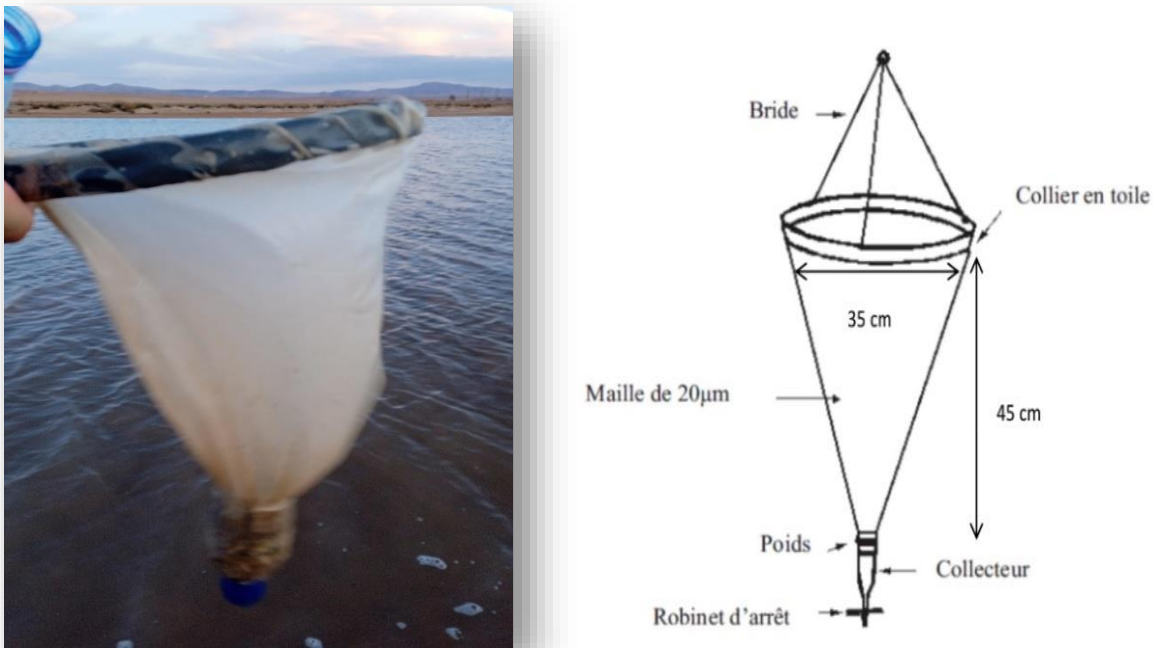
### 4. Les facteurs biotiques

#### 4.1. Méthode d'étude de zooplancton

##### 4.1.1. L'solement

Les échantillons zooplancton ici ont été obtenues à partir de prélèvement effectué entre Février et Mai 2022. Filtration de 50L d'eau dans chaque station en utilisant un filet à planctonique de 20  $\mu$ m micromètres de maille verticalement à une profondeur de 50 cm (Fig.11).

Les échantillons récoltés sont mis dans des flacons en plastique opaque préalablement lavés, étiquetés (date de la récolte, nom de la station d'étude et le point de Prélèvement), en ajoutant 4 ml formol aldéhyde (10%) et Lugol (Fig.12) (Sournia, 1978). Les examens qualitatifs et quantitatifs se font au microscope inversé selon la technique Utermöhl (1958), méthode maintenant normalisée au niveau français et européen (Afnor 2006). Les résultats des biomasses algales sont exprimés en ind/L.



**Figure 11 :** Schéma représentatif d'un filet à plancton (originale, 2022).



**Figure 12:** Les échantillons zooplanctonique (Original, 2022).

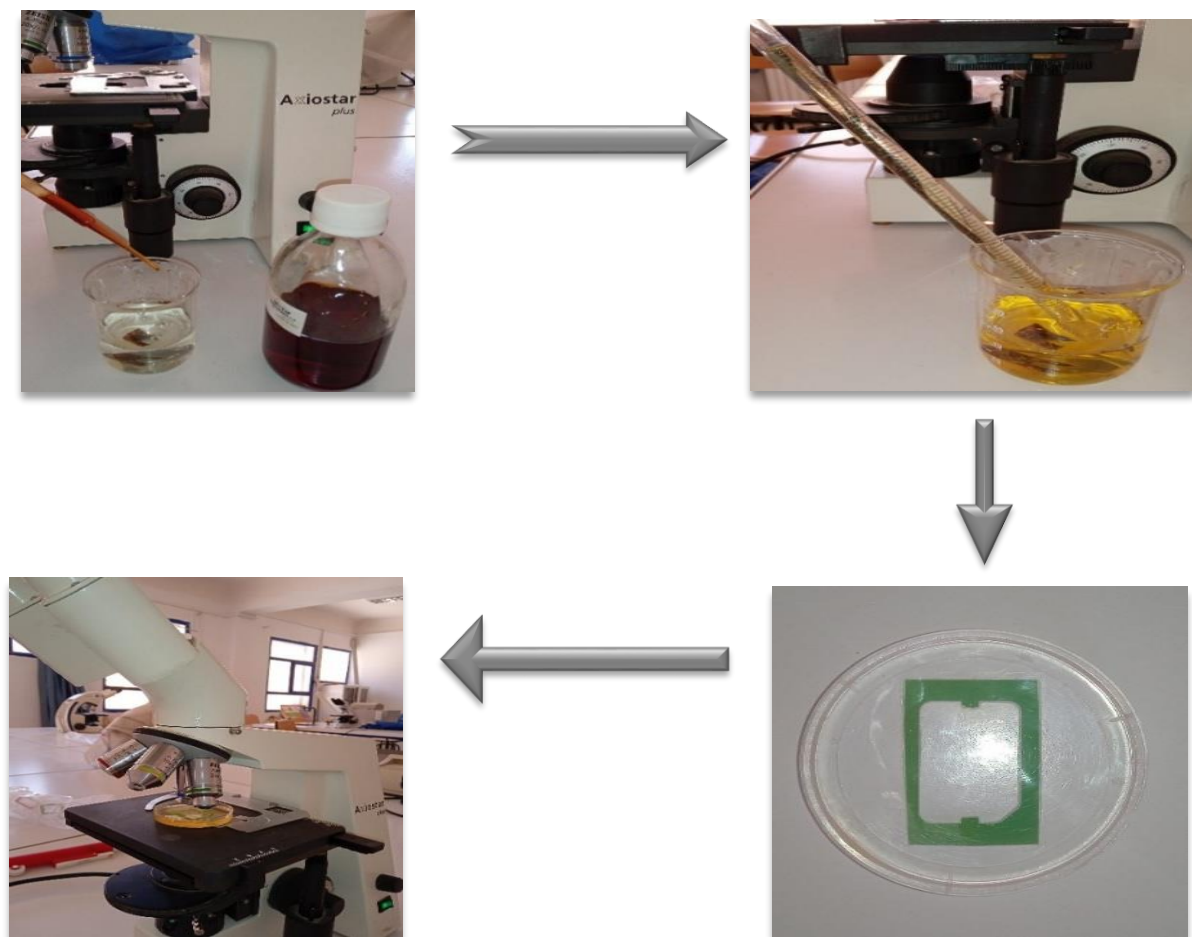
### 4.1.2. Identification et dénombrement du zooplancton au laboratoire

- 1) Homogénéiser les échantillons d'eau fixés, par agitation du flacon dans le Becher on met 50 ml d'échantillon (Fig.13).
- 2) Ajout de quelques gouttes de Lugol au filtrat afin de fixer et sédimenter les espèces zooplanctoniques.
- 3) Prendre par pro pipette 10 ml d'échantillon dans boîte pétrie sous microscope optique (type Axiostar ) à l'objectif X40.
- 4) Compter les zooplanctons rencontrés sur les parcours horizontaux effectués sur toute la longueur de la bande ; cette opération est répétée plusieurs fois (3 observations).

- 5) Le comptage ne concerne pas l'ensemble de la surface de la chambre, mais seulement une « sous chambre » de superficie 2 cm<sup>2</sup>.

Le dénombrement des espèces zooplanctonique est basé sur l'utilisation de différents caractères morphologiques et en suivant les guides d'identifications zooplanctonique (Shiel, 2014; Glime, 2017a; Glime, 2017b; Glime, 2017c; Glime, 2017d). Afin d'identifier clairement un organisme, il est nécessaire d'apprendre la terminologie anatomique essentielle. Les éléments généraux à évaluer d'après Witty (2019) pour tous les groupes de zooplancton sont :

- La forme et la taille du corps ;
- Les longueurs relatives des divers appendices, y compris les antennes, les pattes et les setae (poils) ;
- La présence et la taille relative des épines.



**Figure 13 :** Les étapes de la technique de comptage du zooplancton.

### 5. Les Facteurs abiotiques

La mesure des paramètres physico-chimiques pour la caractérisation de la qualité de l'eau des sites prospectés, nous sommes intéressés à 11 paramètres physico-chimiques. Il s'agit de la température d'eau ( $T^{\circ}$ ), le pH, la conductivité électrique (CE), la salinité (S%), total des solides dissous (TDS) ont été mesurés par le conductimètre probe HANNA. Tandis que les solides en suspension (MES) ont été mesurés en utilisant la méthode d'Aminot et Chaussepied (Aminot et Chaussepied, 1983). En outre, les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), le nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ), le sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), les orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), ont été analysés par des méthodes standard (APHA, 2005). Tous ces paramètres ont été étudiés au niveau du laboratoire de l'Algérienne des Eaux (ADE) Les détails concernant tous ces paramètres sont notés dans (Annexe 01).

### 6. Analyses Statistiques des données

#### 6.1. Indices de diversité :

##### 6.1.1. Indice de diversité de SHANNON

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

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

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

$P_i$  = Cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Lorsque tous les Individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits. Selon Magurran (1988), la valeur de cet indice varie généralement entre 1.5 et 3.5. Il dépasse rarement 4.5. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la Distribution du nombre d'individus par espèce (Dajoz, 1975).

##### 6.1.2. Indice d'équirépartition des populations (équitabilité) :

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

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

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

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

### 6.1.3. Cconstance ou la fréquence d'occurrence

La constance (C) d'un taxon donné est le rapport du nombre de relevés contenant ce taxon ( $P_i$ ) au nombre total de relevés (P) exprimé en pourcentage (Dajoz, 1982).

$$C\% = P_i/p \times 100$$

Bigot et Bodot (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- Les espèces constantes sont présentes dans 50% ou plus des relevés effectués.
  - ❖ -Les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49% des prélèvements.
  - ❖ -Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25% et supérieure à 10 %.
  - ❖ -Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques, ont une fréquence inférieure à 10%.

## 6.2. Analyses statistiques

### 6.2.1. Analyse univariées

En analyse statistique univariée, nous avons calculé pour chaque variable les paramètres de base qui sont les statistiques descriptives : la moyenne, l'écart-type (s), les valeurs max et min (Dagnelie, 2000).

### 6.2.2. Analyse bivariées

L'analyse statistique bivariée consiste à calculer les corrélations linéaires simples entre les différentes variables deux à deux (Dagnelie, 2000).

Ce coefficient est compris entre -1 et +1, il est en valeur absolue, d'autant plus proche de 1 que la liaison entre les deux séries d'observation est nette, pour autant que cette liaison soit linéaire ou approximativement linéaire. Au contraire, si le coefficient est nul ou approximativement nul c'est que les deux variables ne sont pas corrélées entre elles. D'autre part, le signe de coefficient de corrélation indique si la relation entre les deux variables (séries d'observations) est croissante ou décroissante. En effet, lorsque le coefficient de corrélation est positif, les valeurs élevées d'une variable correspondent, dans l'ensemble, aux valeurs élevées de l'autre variable et vice-versa.

- Si  $p > 0.05$  → il n'existe pas de corrélation.
- Si  $p \leq 0.05$  → il existe une corrélation significative.
- Si  $p \leq 0.01$  → il existe une corrélation hautement significative.

- Si  $p \leq 0.001$  → il existe une corrélation très hautement significative.

P : C'est la probabilité qui met en évidence les différences significatives entre la valeur du coefficient de corrélation « r » et la valeur zéro.

Tous les calculs des analyses univariées et bivariées ont été exécutés avec le logiciel Past d'analyse et de traitement statistique des données.

### **6.2.3. Analyse canonique des correspondances**

L'Analyse Canonique des Correspondances ou ACC (Canonical Correspondence Analysis ou CCA en anglais) a été développée dans le but de permettre aux écologues de relier les abondances d'espèces à des variables environnementales (Ter Braak, 1986). Pour pouvoir utiliser une Analyse Canonique des Correspondances il est nécessaire de disposer

1. d'un tableau de contingence X qui contient les effectifs ou les fréquences d'une série d'objets (en écologie, des espèces) mesurés en plusieurs sites,
2. un tableau Y de variables descriptives mesurées en ces mêmes sites
3. optionnellement un tableau Z qui contient des variables descriptives dont on veut retirer l'effet avant d'expliquer la variabilité de X en utilisant Y. Dans ce cas on parle d'Analyse Canonique des Correspondances partielle.

A partir de ces tableaux, le but de la méthode est de produire une représentation graphique où sont à la fois affichés, les objets, les sites, et les variables.

# **Partie expérimentale**

# **Résultats et Discussion**

## Résultats et Discussion

### 3. 1. Inventaire et variations spatio-temporelle de la composition zoo-planctonique.

#### 3. 1.1. Composition globale du zooplancton.

Nous présentons dans le tableau 04 les résultats de la fréquence d'occurrence des différentes espèces zooplancton d'eau recensés dans le barrage au cours des 04 mois.

**Tableau 04 :** Liste récapitulative de 34 espèces recensées au niveau du barrage entre Février 2022 et mai 2022 (Fréquences d'occurrence (C%), et échelle de constance (EC) (C : constante ; Ac : accessoire ; (+) : présence ; (-) : absence).

Classe	Famille	Espèce/Genre	St01	St02	St03	St04	C%	EC
<i>Rotifera</i>	<i>Brachionidae</i>	<i>Brachionus angularis</i>	+	+	-	+	75	C
		<i>Brachionus durgae</i>	-	+	+	+	75	C
		<i>Brachionus urceolaris</i>	+	+	+	-	75	C
		<i>Brachionus calyciflorus</i>	+	+	+	+	100	C
	<i>Lecanidae</i>	<i>Lecane bula bula</i>	-	-	+	-	25	Ac
		<i>Lecane hamata</i>	+	-	+	-	50	C
		<i>Lecane cornuta</i>	+	+	-	-	25	Ac
		<i>Lecane depressa</i>	+	+	-	+	75	C
		<i>Lecane Crenata</i>	+	-	-	+	50	C
		<i>Lecane Crenata</i>	+	-	-	-	25	Ac
	<i>Notommatidae</i>	<i>Notomata copeus</i>	+	+	-	-	50	C
	<i>Trochosphaeridae</i>	<i>Filinia terminalis</i>	+	+	-	+	75	C
		<i>Filinia sp</i>	-	-	+	+	50	C
	<i>Trichocercidae</i>	<i>Trichocerca parvula</i>	+	-	+	-	50	C
		<i>Trichocerca obtusidens</i>	+	+	+	-	75	C
		<i>Trichocerca s</i>	-	+	-	+	50	C

## Résultats et Discussion

	<i>Lepadellidae</i>	<i>Colurella geophila</i>	+	+	-	-	50	C
	<i>Lindiidae</i>	<i>Lindia pallida</i>	-	-	-	+	25	Ac
	<i>Conochilidae</i>	<i>Conochilus hippocrepis</i>	+	-	-	-	25	Ac
	<i>Proalidae</i>	<i>Proales decipiens</i>	-	-	+	-	25	Ac
	<i>Adinetidae</i>	<i>Adenita vaga</i>	-	+	+	+	75	C
		<i>Bdeloid rotifera</i>	+	+	-	+	75	C
<b>Copepoda</b>	<i>Cyclopidae</i>	<i>Copepoda sp</i>	+	-	+	+	75	C
		<i>Harpatecoid copepods</i>	-	-	+	-	25	Ac
		<i>Macrocyclops albidus</i>	+	+	+	-	75	C
		<i>Copepoda nauplius</i>	+	+	+	+	100	C
		<i>Thermocyclops sp</i>	-	+	+	+	75	C
<b>Cladocera</b>	<i>Daphniidae</i>	<i>Daphnia pulex</i>	+	-	+	+	75	C
		<i>Sinocephalus sp</i>	-	-	+	+	50	C
	<i>Bosminidae</i>	<i>Bosmina sp</i>	-	-	-	+	25	Ac
		<i>Bosmina longirostis</i>	+	-	+	-	50	C
<b>Nematoda</b>	<i>Plectidae</i>	<i>Plectus murrayi</i>	+	+	+	+	100	C
<b>Brachiopoda</b>	<i>Sididae</i>	<i>Diaphanosoma sarsi</i>	+	+	+	+	100	C
<b>Ostracoda</b>	<i>Cyprididae</i>	<i>Hemicypris anomala</i>	-	-	-	+	25	Ac

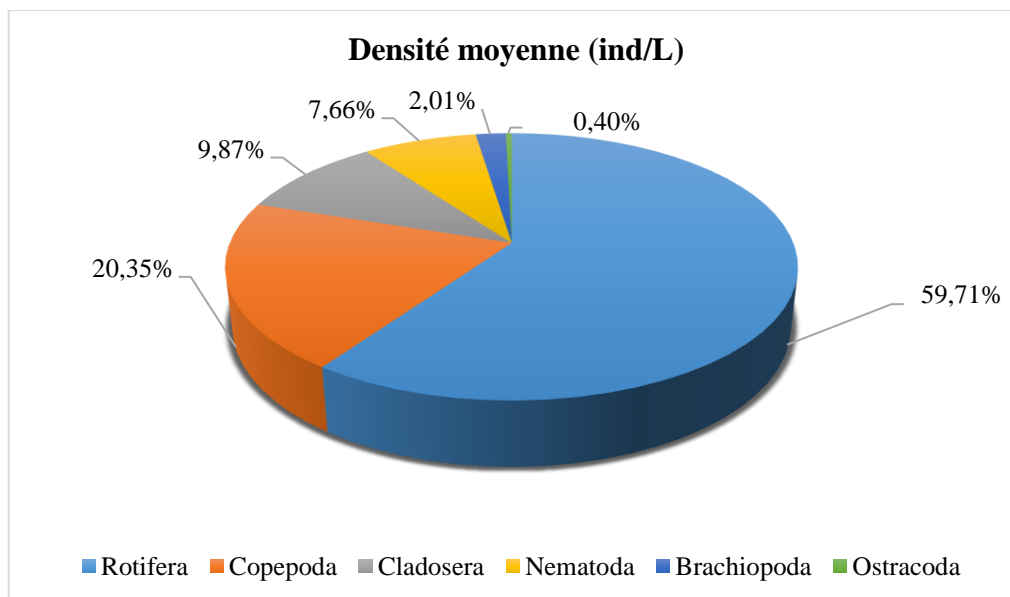
## Résultats et Discussion

La fréquence d'occurrence des espèces recensées varie de 25 à 100 %. Sur l'ensemble des espèces signalées 25 espèces constantes et 9 espèces accidentelle dans la région d'étude. Les espèces constantes appartiennent dans 05 familles différentes, Le groupe des espèces accessoires est représenté par 9 espèces dans 4 familles.

Le groupe des espèces accessoire est représenté par *Lecane bula bula*, *Lecane cornuta*, *Lecane Crenata*, *Lindia pallida*, *Conochilus hippocrepis*, *Proales decipiens*, *Harpatecoïd copepods*, *Bosmina sp*, *Hemicypris anomala*. Les espèces Constantes présentées par : *Diaphanosoma sarsi*, *Plectuse murrayi*, *Copepoda nauplius*, *Brachionus Calciflorus* qui est présente dans le barrage pour toute cette période avec une fréquence d'apparition de 100% .

### 3.1.2. La densité moyenne de zooplancton.

Nous avons trouvé la moyenne générale des classes zooplanctonique dans le barrage Sidi Ibrahim dans les 04 stations : 6 classes dans 16 familles. La classe la plus grand nombres d'espèce c'est la classe rotifera représente 59,71% de nombre totale. Les copepoda sont classées un 2eme position avec une seule Famille Cyclopidae avec 20,35% espèces chacune cladosera sont classés en 3eme position d'ans deux famille Daphniidae et Bosminidae représente un 9,8%. les nématode représente un seul famille Plectidae 7,66%. Et le dernière classe Brachiopoda 2,01% et Ostracoda représente une faible quantité avec 0.40% (Fig.14).

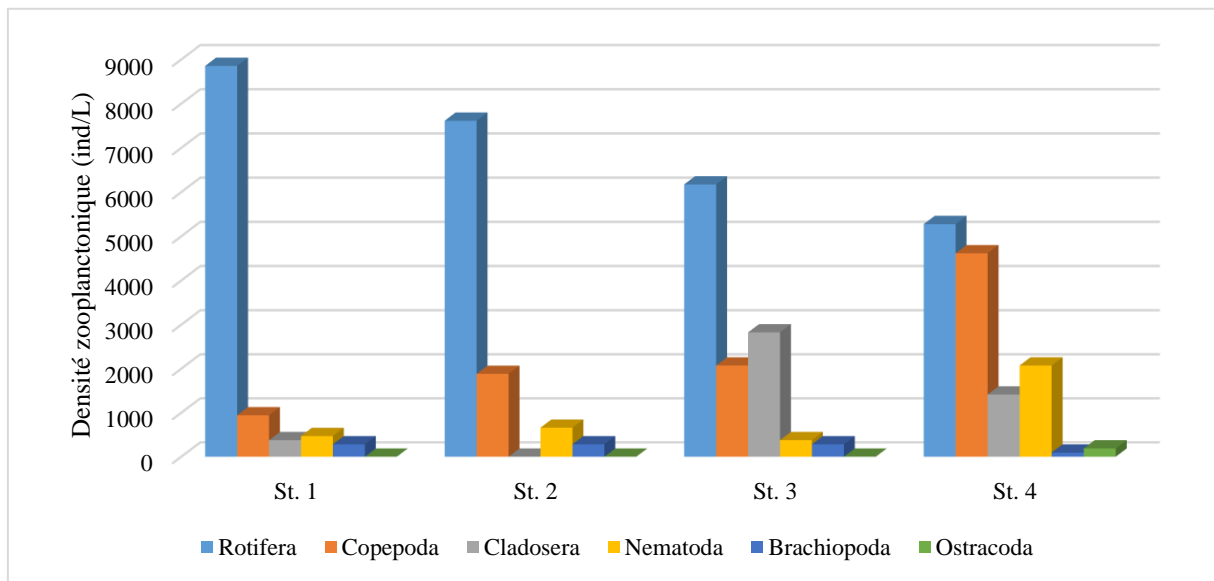


**Figure 14:** Richesse spécifique par classes de zooplancton recensées dans le barrage de GSS (Fevrier 2022-Mai 2022).

## Résultats et Discussion

### 3.1.3. Distribution spatiale de zooplancton dans le barrage de GSS.

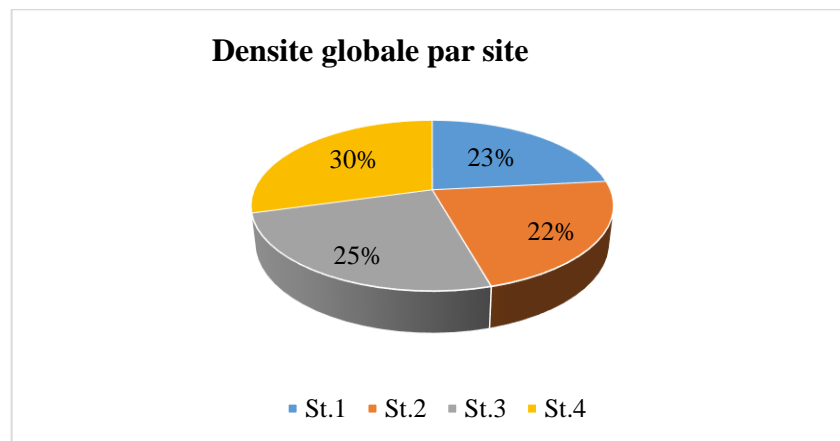
Dans la figure 15 la densité zooplanctonique obtenu au cours de l'étude de barrage de Gueltat Sidi Saad. Ce sont les rotifères qui ont présentées les densités les plus élevées dans toutes les stations (la valeur la plus élevée 9000 ind/L), les espèces prépondérantes du barrage durant l'étude, il commence à diminuer jusqu'à ce qu'il atteigne son niveau le plus bas dans station 04 contrairement aux classes Copepoda qui évoluent (4615.8 ind/L) dans station 04. D'autre part les cladocera, Nématoda, Brachiopoda, Ostracoda, petites valeurs variables pour les quatre stations.



**Figure 15 :** Répartition stationnelle de la densité zooplanctonique en fonction de classes pendant la période d'étude.

### 3.1.4. Densité globale

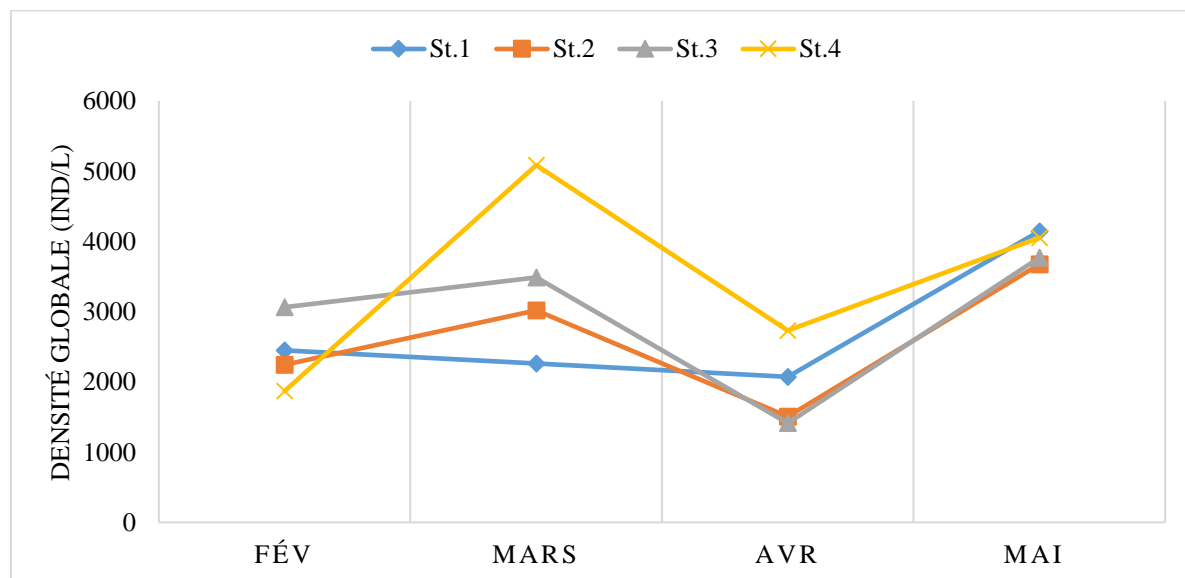
La figure 16 représente la densité de moyenne globale dans chaque station de barrage sidi ibrahim , La station 04 avec une très forte densité et une grande richesse en zooplancton (30%), part contre la station 02 la plus faible (22). La densité zooplanctonique dans la station 03 représente une valeur de 25% et station 01 une densité globale de 23%.



**Figure 16:** Densité moyenne globale par station de zooplancton recensé dans le barrage de Gueltat Sidi Saad.

### 3.1.5. Distribution temporelle du zooplancton dans le barrage de Gueltat Sidi Saad.

Dans le temps, la variation spatio-temporelle de la densité zooplancton dans barrage Sidi Ibrahim le mois mars dans la station 04 sont représentés par la plus grande valeur (5000 ind/L), suivis par le mois Avril révèle la valeur la plus faible 1507,21413 ind/L dans station 02 et 03 (Fig.17). Au mois de Mai, on observe des valeurs approximativement constantes dans tous les station entr 3500-4200 ind/L. Suivi de changements de densité zooplanctonique dans les autres mois.



**Figure 17 :** Variation spatio-temporelle de la densité globale du zooplancton de barrage de Gueltat Sidi Saad.

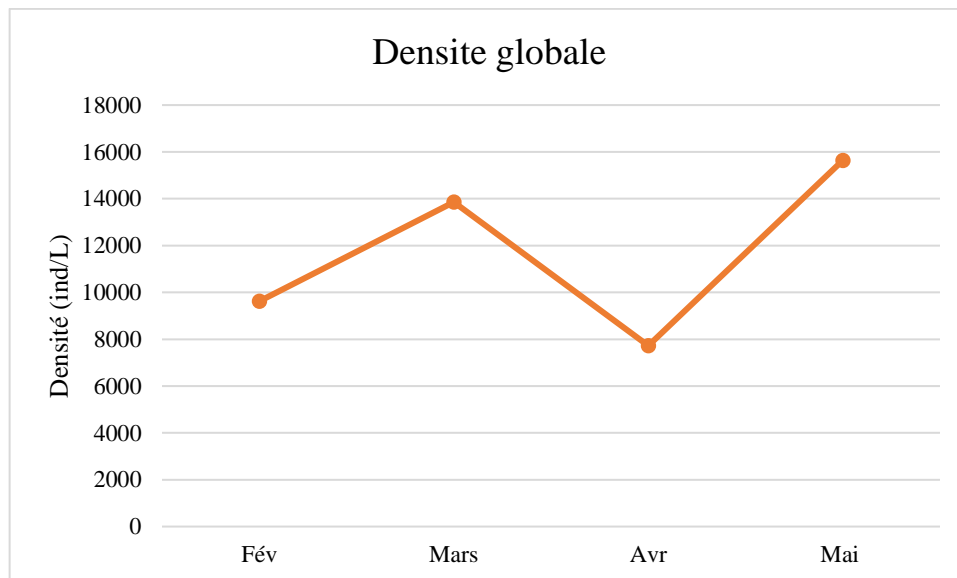
### 3.1.6. La densité globale

Dans le barrage gss le mois de mai singulariser par une très forte densité et une grande richesse en zooplancton (16000 ind/L), le mois de février et Avril les mois sont les mois de janvier et février dans une moindre mesure le mois qui connaissent la plus faible densité global 10000-

## Résultats et Discussion

---

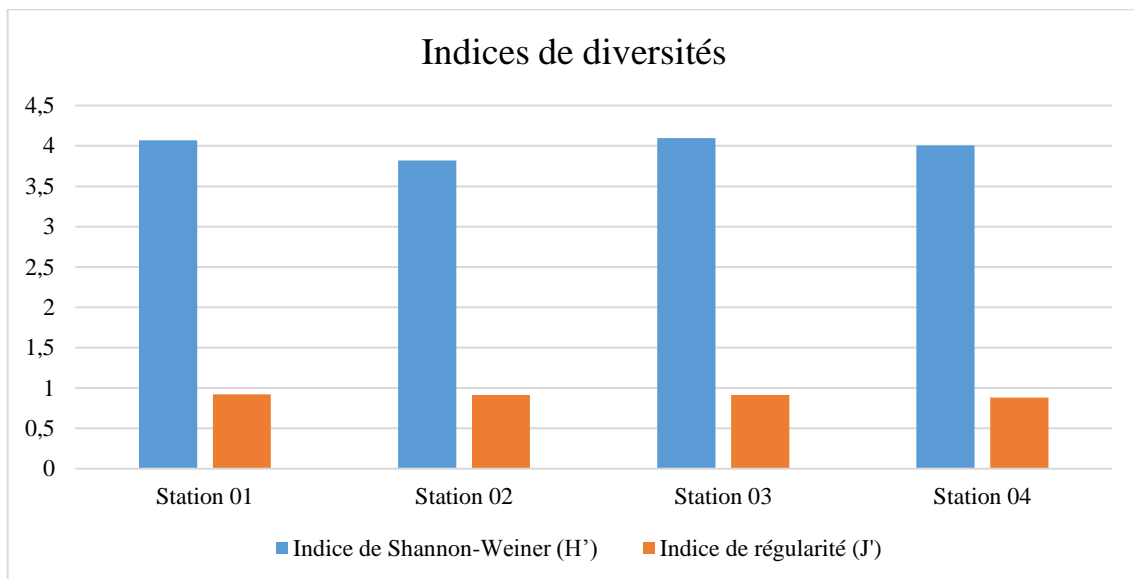
14000 ind/L Le mois de Mars classé deuxième en termes de densité globale de zooplancton dans barrage Gueltat Sidi Saad. (Fig.18).



**Figure 18 :** Variation mensuelle de la densité globale zooplanctonique de barrage de Gueltat Sidi Saad.

### 3.2. Indices de diversité

Afin d'évaluer la diversité du peuplement du zooplancton étudié, nous avons calculé l'indice de diversité de SHANNON et indice de régularité qui sont montrées dans le tableau ci-dessous (Fig.19). Les valeurs varient entre 3.8 et 4.09, La valeur la plus faible est enregistrée au niveau de la station 2 et la valeur la plus élevée est enregistrée au niveau de la station 03, avec une moyenne générique totale 4.006. L'indice de régularité (J) calculés pour les différentes stations varient entre plus élevé 0.92 et plus faible 0.58. Avec une moyenne générique totale de 0.88. Les valeurs des indices de diversité indiquent la bonne qualité du milieu et le peuplement est plus diversifié.

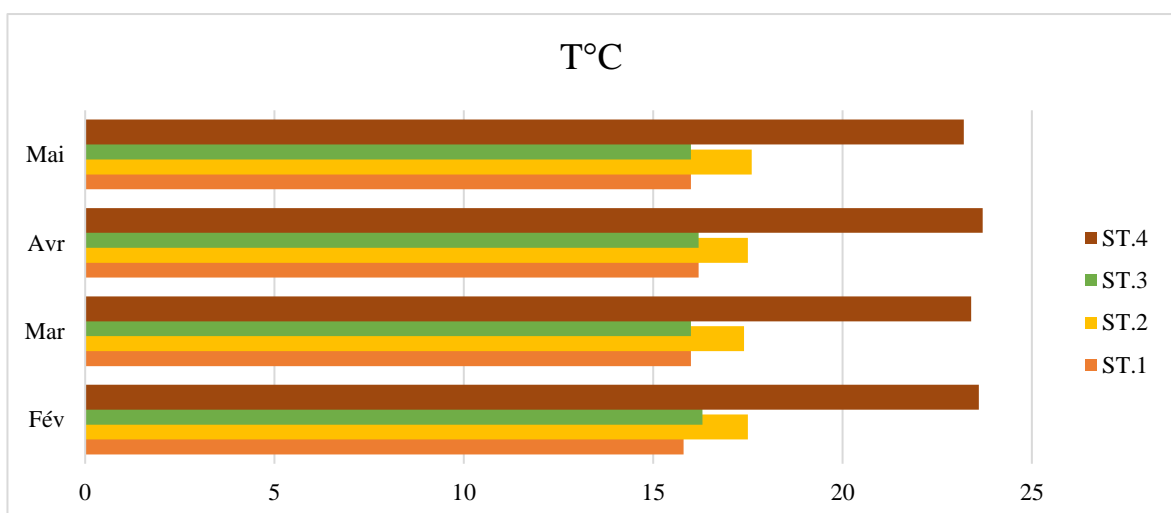


**Figure 19:** Indice zooplanctonique de Shannon-Weiner (H') et indice de régularité (J') pour chaque station d'échantillonnage.

### 3.3. Caractérisation physicochimique et qualité de l'eau

#### 3.3.1. Température

La figure 20 présente les variations temporelles de la température dans les quatre stations de barrage Sidi Brahim pendant toute la période d'étude (4 mois). La valeur la plus basse est enregistrée à Février avec (15,8°C) pour St.1et (16°C) pour St.3, tandis que la valeur la plus élevée est enregistrée au mois de Mai avec (17,6°C) pour St.1 et au moins de Avril avec (23,7°C) pour St.4.

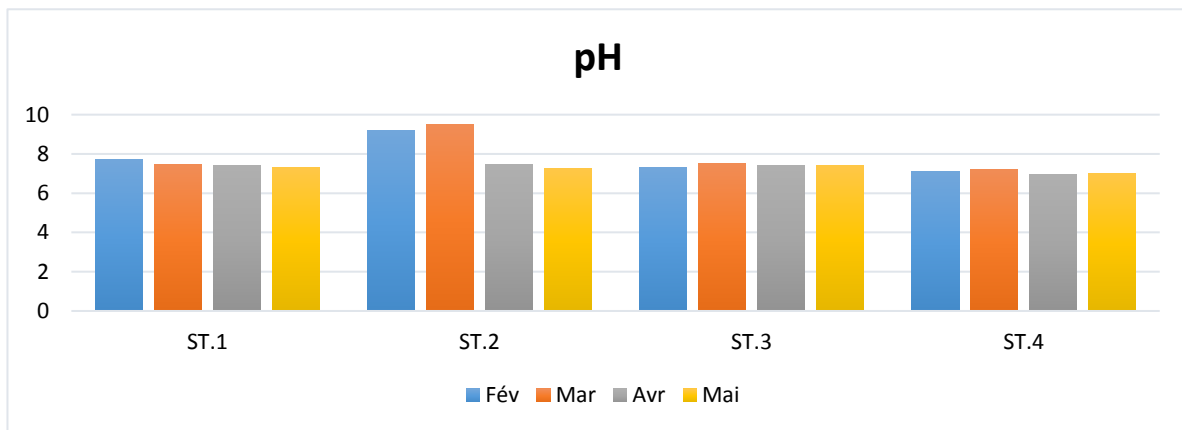


**Figure 20:** Variations mensuelles de la température (°C) de l'eau des quatre stations de la région prospectée.

## Résultats et Discussion

### 3.3.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)

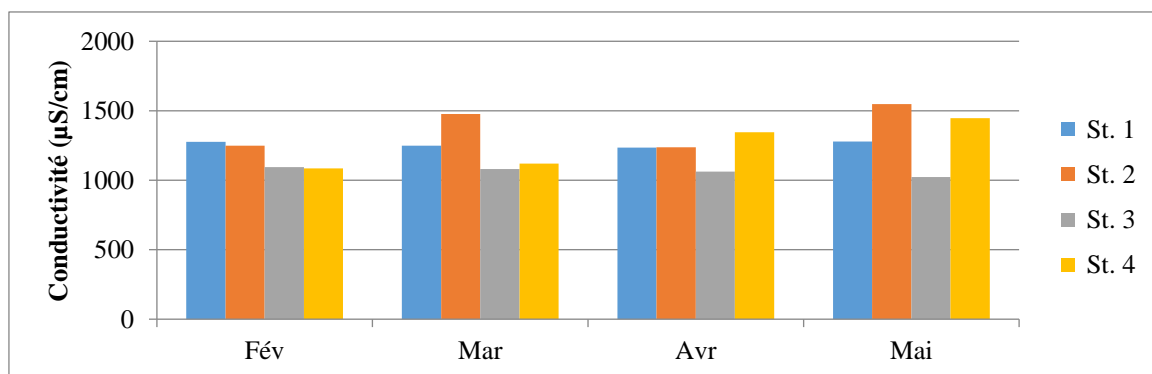
La figure 21, Présente la variation temporelle du pH du milieu dans barrage Sidi Brahim durant la période d'étude. Selon le graphe ci-dessus, nous avons constaté que les valeurs du pH les plus élevées sont observées à Février ou le pH=7,7 pour St.1 à Mars ou le pH =9,5 et 7,53 pour St .2 et S3 et à Mars ou le pH=7,2 pour la station 4. Cependant les valeurs les plus faibles sont obtenues au mois de Mai avec (7,3) pour St.1 et (6,96) pour St.4. Les valeurs moyennes du pH enregistrées dans les quatre stations du site de barrage Sidi Brahim sont respectivement 7,28 et 7,32.



**Figure 21:** Variations mensuelles du pH de l'eau des quatre stations dans le barrage de Sidi Brahim pendant la période d'étude.

### 3.3.3. La conductivité électrique

La conductivité suit le rythme de la salinité dans l'ensemble des mois prospectées (Fig.22), la valeur la plus basique pour les quatre stations est enregistrée avec (1235  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) pour St.1 et (1237  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) pour St.2 et (1024  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) pour St.3, (1085  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) pour St.4, la valeur maximale est celle du mois de Mars avec (1477 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) pour St.2 et du mois de Mai avec (1447  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) pour St.4.

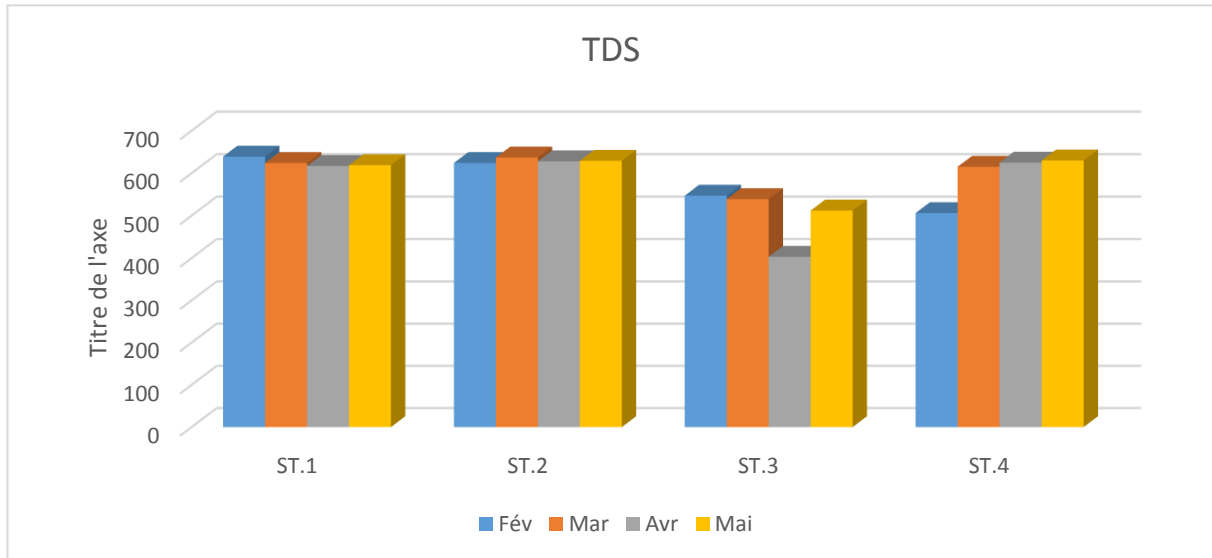


**Figure 22 :**Variations mensuelles de la conductivité de l'eau des quatre stations du site d'étude.

## Résultats et Discussion

### 3.3.4. Taux des solides dissous

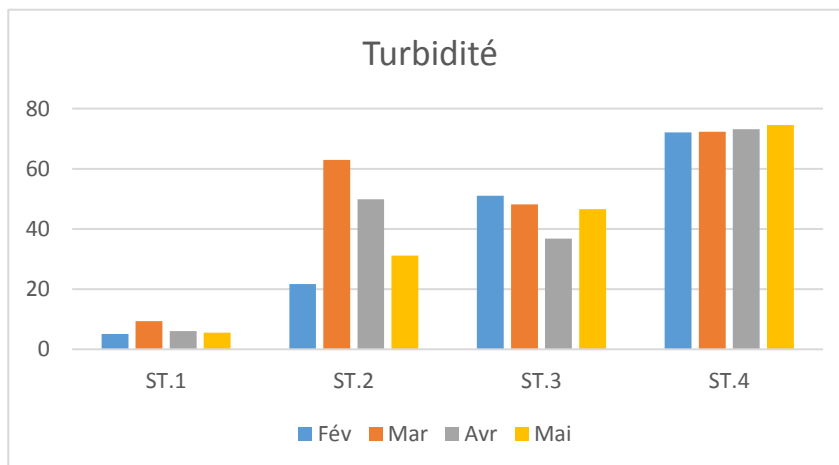
Les valeurs de la TDS enregistrées présentent des variations mensuelles avec une valeur maximale au moins de Février, Mars, Avril, Mai avec 600 mg/L pour St.1 et St.2. Les concentrations les plus faibles sont observées pendant les mois de Avril avec 400 mg/L pour St.3.



**Figure 22:** Variations mensuelle de la TDS de l'eau

### 3.3.5. La Turbidité

Les valeurs de la turbidité enregistrées présentent des variations mensuelles avec une valeur maximale au mois de Mars, Avril, Mai avec 62,9 NTU pour St.2 et avec 48,2 NTU pour St.3, 72,3 NTU pour St.4. Les concentrations les plus faibles sont observées pendant les mois de Février avec 5,56 pour St.1 et avec 31,2 pour St.2.



**Figure 23 :** Variations mensuelles de la Turbidité de l'eau des quatre stations dans le barrage de Sidi Brahim pendant la période d'étude.

## Résultats et Discussion

### 3.3.6. La salinité

Nous notons, que la salinité enregistrée le long de la période d'étude avec une moyenne minimale de 0,617% pour S1 et 0,624% pour St.2 et de 0,512% pour St.3, 0,63% pour St.4.

La moyenne maximale de 6,39% pour S1 et les trois stations entre (0,637% et 0,625%). Le degré de salinité permet de classer l'eau selon les catégories suivantes : Eau douce ( $S‰ < 0,5$  g/l), eau douce à saumâtre (0,5 à 5 g/l), eau saumâtre à salée (18 à 30 g/l) et eau salée ( $S‰ > 30$  g/l) (Hecker et al., 1996) (Fig.24).

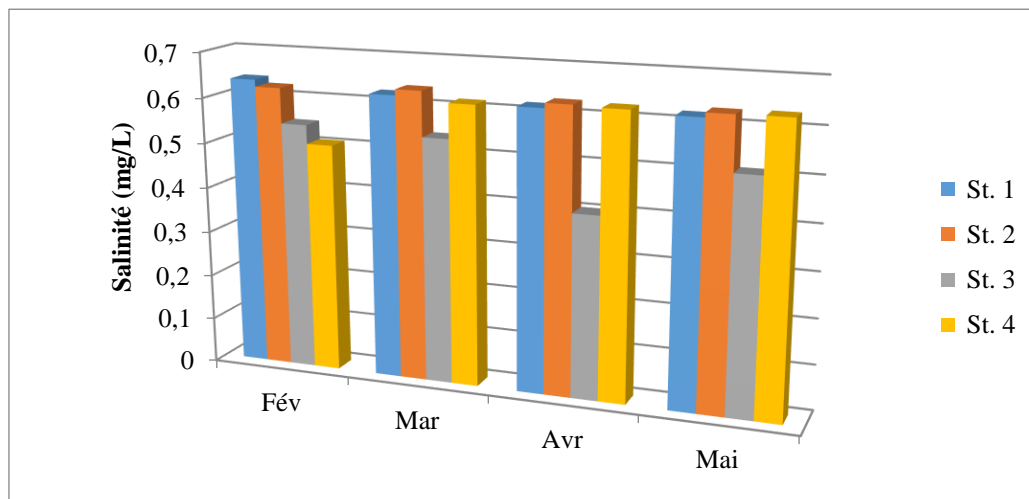


Figure 24 : Variations mensuelle de la Salinité de l'eau.

### 3.3.7. Matière en suspension

Les valeurs de la MES enregistrées présentent des variations mensuelles avec une valeur maximale au mois de Avril pour St.3 plus de (150g/l) et pour St.2 et St.4 plus de (100 g/L). Ces charges fortes peuvent être attribuées à la présence des formes de pollutions (rejets urbains, engrais agricoles....etc.) et des teneurs faibles en particules minérales et organiques (Fig. 25).

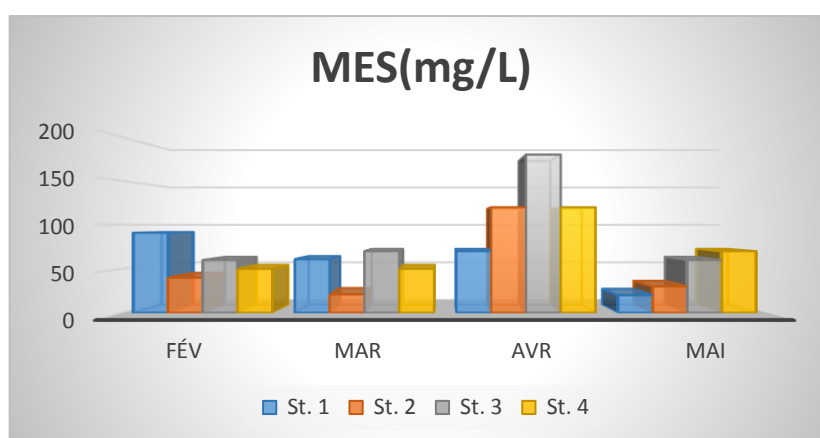
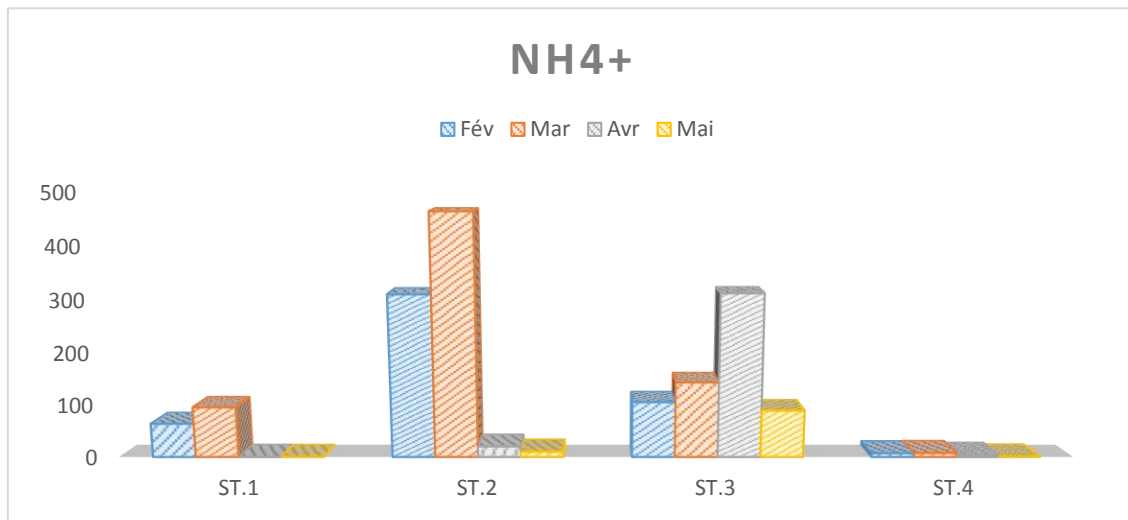


Figure 25 : Variations mensuelles de la valeur de la matière en suspension de l'eau des quatre stations du site d'étude.

## Résultats et Discussion

### 3.3.8. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) :

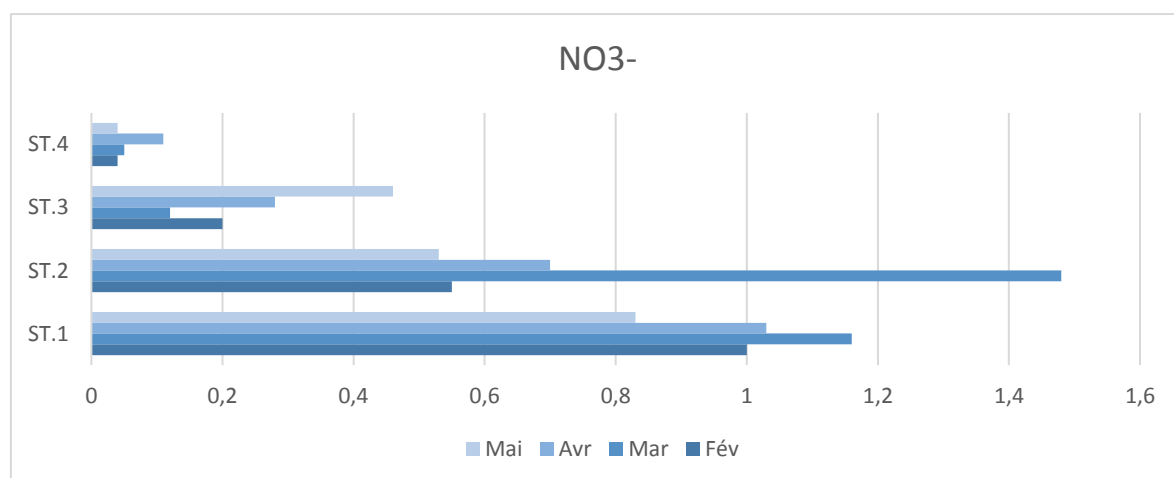
Présente les variations temporelles des concentrations d'ammonium pendant la période d'étude au niveau des quatre stations de barrage Sidi Brahim selon le graphe ci-dessus les concentrations les plus élevées sont en mois de Mars, Avril pour St.2. Les concentrations les plus faibles sont observées pendant les quatre mois pour St.4.



**Figure 26 :** Variations mensuelles de la valeur d'ammonium de l'eau des quatre stations du site d'étude.

### 3.3.9. Le Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) :

La figure 27, présente les variations temporelles des concentrations des nitrates pendant la période d'étude au niveau des quatre stations de barrage Sidi Brahim selon le graphe ci-dessus les concentrations les plus élevées sont en mois de Mars avec 1,4 mg/l pour St.2 et 1mg/l S1. Les concentrations les plus faibles sont observées pendant les mois de février, Mars, Avril avec (0-0,2) mg/l pour St.3 et St.4.

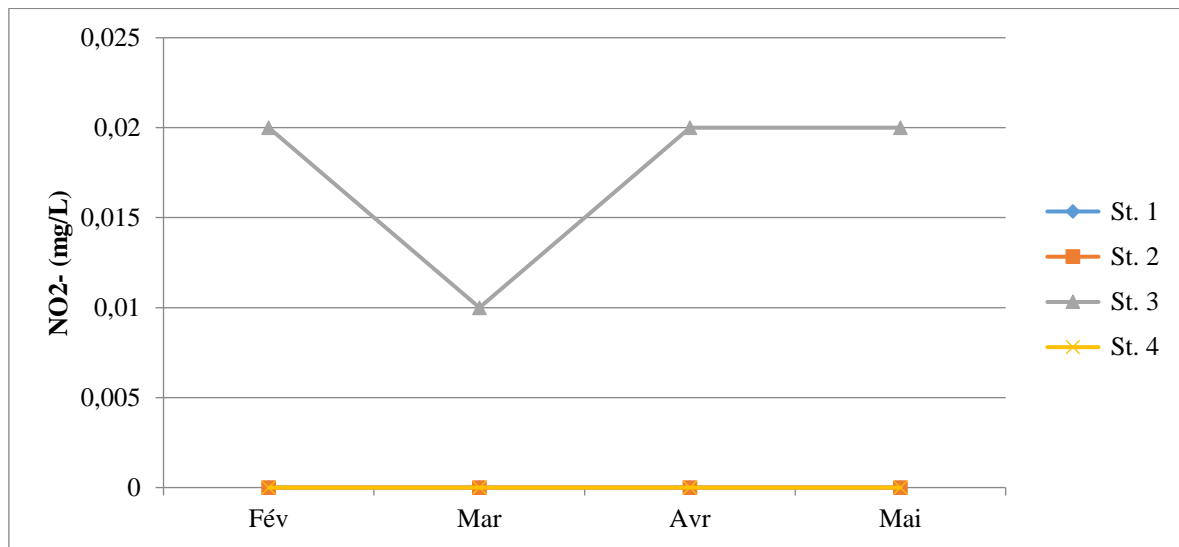


**Figure 27 :** Variations mensuelles de la valeur des nitrates de l'eau des quatre stations du site d'étude.

## Résultats et Discussion

### 3.3.10. Le Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) :

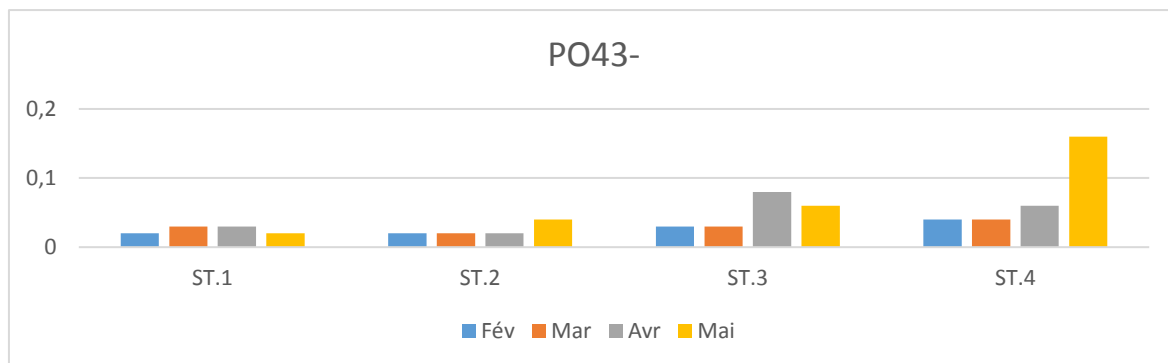
La figure 28, Présente les variations temporelles des concentrations des nitrites pendant la période d'étude au niveau des quatre stations de barrage Sidi Brahim selon le graphe ci-dessus les concentrations les plus élevées sont en mois de Février, Avril, Mai avec 0,02mg/L pour St.3. Les concentrations les plus faibles sont observées pendant les quatre mois avec 0 mg/L pour St.1, St.2 et St .4.



**Figure 28** :Variations mensuelles de la valeur des Nitrites de l'eau des quatre stations du site d'étude.

### 3.3.11. Le phosphate (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)

La figure 29, Présente les variations temporelles des concentrations des phosphates durant la période d'étude. D'après le graphe nous observons une forte augmentation de la concentration de phosphate au mois de Avril avec > 0,05 pour St.3 et moins de Mai avec 0,17 pour St.4, la concentration la plus faible est enregistrée au mois de février et Mars avec <0,05 mg/l pour les quatre stations et le moins de Avril et Mai pour St.1 et St.2.

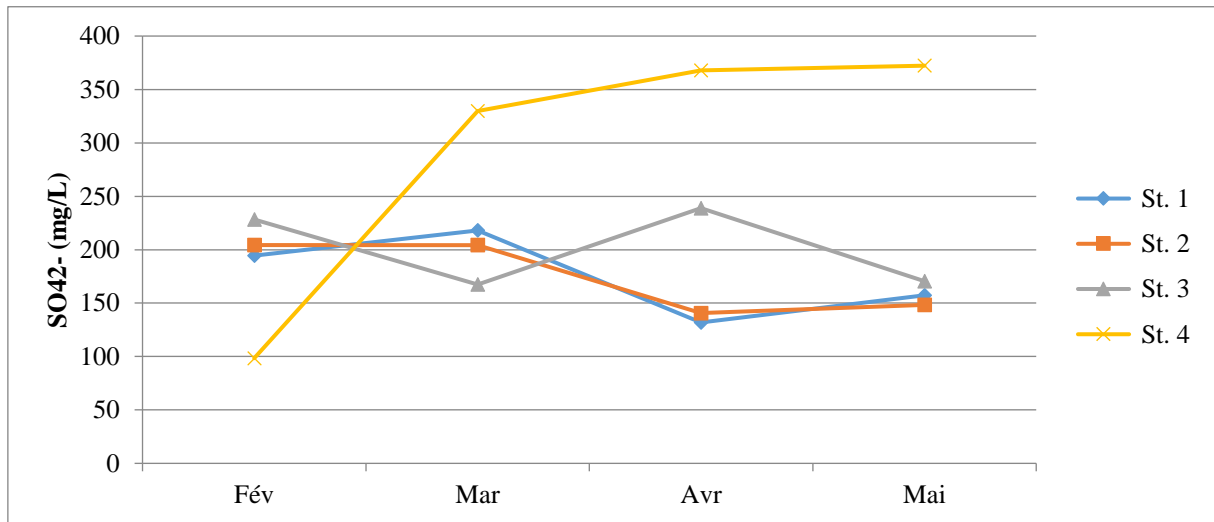


**Figure 29** :Variations mensuelles de la valeur des ortho phosphates de l'eau des quatre stations du site d'étude.

## Résultats et Discussion

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

La figure 30, Présente les variations temporelles des concentrations de phosphate pendant la période d'étude au niveau des quatre stations de barrage Sidi Brahim selon le graphe ci-dessus les concentrations les plus élevées sont en mois de Mars, Avril, Mai pour St.4 avec 300 à 350 mg/L et le moins de Avril pour St.3 avec 250 mg/L. La concentration la plus faible est enregistrée au mois de Avril et Mai avec 150 mg/L pour St .2 et St.1.



**Figure 30:** Variations mensuelles de la valeur des sulfates de l'eau des quatre stations du site d'étude.

# **Discussion**

### 4. Discussion

#### 4.1. Diversité zooplanctonique et qualité physicochimique de l'eau

Les Rotifères répandus dans les eaux douces et saumâtres. Certaines espèces sont largement tolérantes vis-à-vis des conditions environnementales alors que d'autres sont caractéristiques des eaux douces (Hutchinson 1967, Brummett 2000). Elles sont quantitativement dominantes dans les communautés zooplanctoniques des lacs et des parties calmes d'eau des rivières en raison de leur reproduction parthénogénétique, dont le taux est parmi les plus rapides dans le groupe des métazoaires et de leur développement de courte durée (Herzing 1983). Ils peuvent peupler des créneaux vacants. Avec une extrême rapidité et convertir la production primaire dans une forme utilisable pour les consommateurs secondaires en produisant jusqu'à 30% du total de la biomasse du plancton (Nogrady et al. 1993). Les genres *Brachionus* et *Keratella* comportent des espèces utilisées dans les fermes aquacoles pour l'alimentation des alevins. Ce groupe zoologique sert également de bio-indicateur de la qualité des eaux (Pontin 1978, et Sladeczek 1983). La température, considérée par les scientifiques le paramètre clé et le stimulateur de toute activité biologique, influe sur cette dernière dont dépend la production totale, et sur la répartition des espèces (Hamdi et Ait kaci, 2008). La composition du phytoplancton, dépend de la température de l'eau. Selon Goffart (2012) quand les eaux sont froides, les diatomées sont nombreuses. Ce sont des composantes du phytoplancton intéressantes car elles ont une valeur nutritive élevée pour le zooplancton. En coulant, elles exportent du CO<sub>2</sub> vers les couches profondes. Comme la température moyenne hivernale de l'eau augmente, nous constatons qu'il y a moins de diatomées dans l'eau (Beans et al, 2008). Les valeurs de pH montrent que l'eau des quatre stations est alcaline. Ceci est dû à la présence de carbonates qui permettent de tamponner les eaux qui s'écoulent vers l'oued Sidi Brahim. Le changement croissant de pH au cours de la période d'étude qui s'étend du mois de Février jusqu'au mois de Mai 2022, s'explique par le mouvement des cours d'eau durant la période hivernale sous l'effet des pluies et la stagnation de ces derniers pendant la période sèche. Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H<sup>+</sup> contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonate (Ezzaouaq, 1991; El Blidiet *al.*, 2003; Himmi et *al.*, 2003). Le pH de l'eau dépend de la géologie, de la géochimie des roches et de l'activité biologique des sols du bassin versant (Hade,2002). Le pH de l'eau permet de classer celle-ci en trois catégories selon l'échelle adoptée par (Hecker et al., 1996). Eau acide (pH < 5,5), eau neutre (pH = 5,5 à 7,4), eau alcaline (pH > 7,4). En pratique, les eaux ayant un pH

supérieur à 8 ou inférieur à 6 sont rares mais on peut rencontrer des pH plus élevés dans des situations d'eutrophisation d'eau. La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau de barrage de Gueltat sidi saad se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Si l'eau très pure est un isolant qui oppose une grande résistance au passage de l'électricité, il n'en est plus de même lorsqu'elle est chargée en sels minéraux d'origine naturelle (calcium, magnésium, sodium, potassium). A cette minéralisation naturelle liée à la nature des sols s'ajoutent aussi les polluants. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (Rejsek, 2002). La plupart du temps, la conductivité a une origine naturelle due au lessivage des terrains. Ce lessivage entraîne naturellement la dissolution d'un certain nombre de sels minéraux. Elle peut également avoir pour origine l'activité humaine. Nous citons le cas de la dégradation de la qualité des eaux littorales dans certaines baies au lac Tanganyika (Burundi) est due selon (Ogotu et al., 1997; Branchu et al., 2005; Egermons et Verschueren, 2003) aux activités humaines. Selon (Hade, 2002) la conductivité est influencée par divers paramètres tels que :

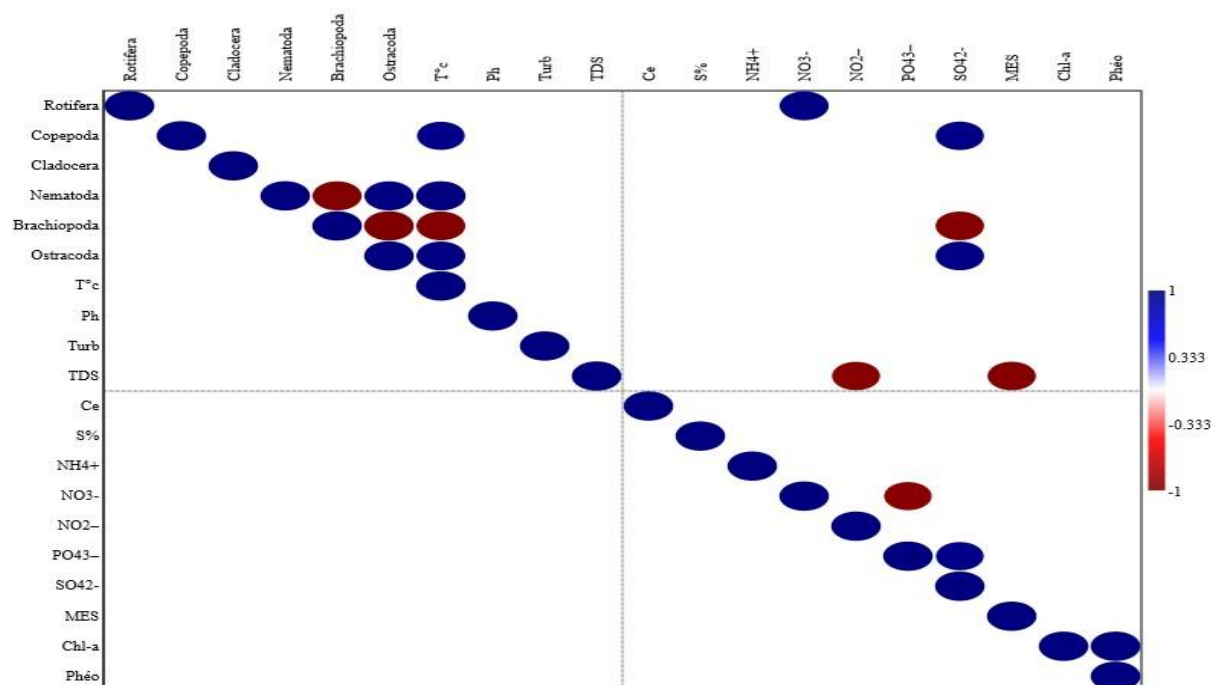
- La température de l'eau.
- Les variations de débit des ruisseaux et des rivières qui alimentent l'Oued (la conductivité augmente lorsque le débit est faible, car il y a une plus grande concentration d'ions, et diminue lorsque le débit est élevé).
- Les apports d'eau contaminée provenant des activités humaines (déglacage des routes, agriculture, développement urbain, activités industrielles).

On peut conclure que les eaux étudiées ne sont pas assujetties à un risque de pollution par les nitrates. Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/l. Cependant leurs teneurs dans les eaux usées non traitées sont faibles (UNEP/MAP/MEDPOL, 2004). Par addition les teneurs d'ortho phosphates supérieures à 0,5 mg / l permettent de suspecter la pollution d'eau. Les eaux de surface peuvent être contaminées par des rejets domestiques ou par le lessivage de terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traités par certains Pesticides. Cette contamination entraîne un développement important des algues microscopiques mais aussi macroscopiques, qui caractérise le phénomène d'eutrophisation. On considère généralement que les phosphates constituent l'élément limitant des phénomènes d'eutrophisation (Rejsek,

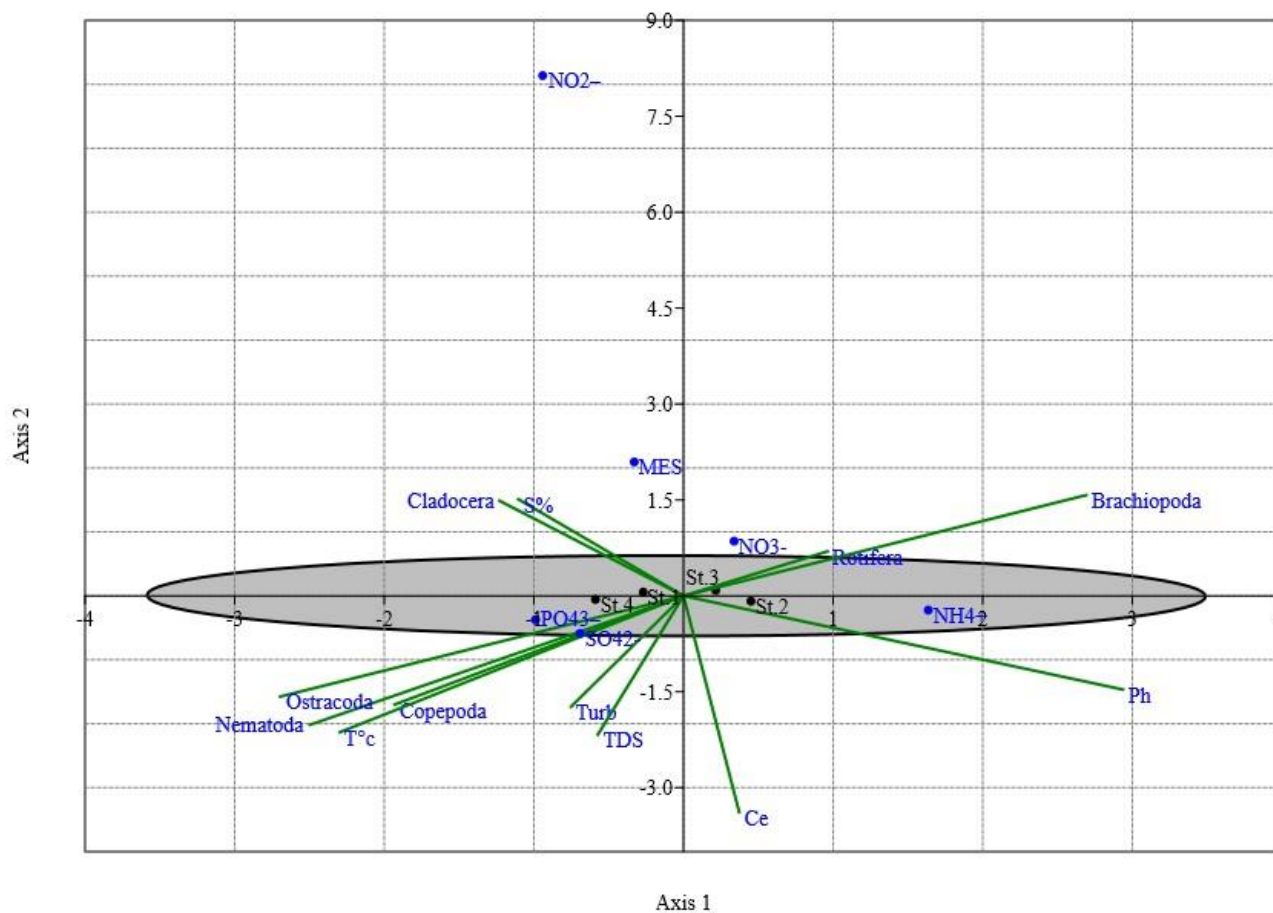
2002). En règle générale le phosphate est peu abondant dans les eaux naturelles non polluées (Lacaze, 1995) et (Barroin, 1999), car il est immédiatement stocké par les végétaux, algues et plantes aquatiques ou bien fixé par les sédiments de fond. Les algues planctoniques stockent très facilement le phosphate et sont capables de se multiplier dans les eaux presque complètement dépourvues en cet élément (Severrin-Reyssac, 1995).

#### 4.2. Corrélation entre les paramètres physicochimique et les principales Classe de zooplancton

Le teste de corrélation de Pearson et l'analyse canonique des correspondances explique les corrélation positive et négative entre les classes de zooplancton et les paramètres physicochimique où nous avons observé que la température, pH,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  sont les principaux paramètres influe la diversité des espèces zooplanctoniques. A partir des résultats du corrélation il y'a une corrélation positive hautement significative entre la température et les trois classes de zooplancton qui sont Copepoda, Nematoda, Ostracoda avec ( $r = 0.95$ ,  $r = 0.99$ ,  $r=0.98$ ) respectivement. Alors qu'elle présente une corrélation négative avec Brachiopoda ( $r = -0,98$ ). D'autre part une corrélation positive hautement significative entre Rotifera et le Nitrate avec ( $r=0,98$ ). Une autre corrélation positive hautement significative entre le sulfate et entre Copepoda, Ostracoda avec ( $r = 0.96$ ,  $r = 0.97$ ) respectivement. Alors qu'elle présente une corrélation négative avec Brachiopoda ( $r = -0,97$ ).



**Figure 31 :** Corrélation de Pearson (r) entre les paramètres physicochimiques de l'eau et les principales classes de zooplancton.



**Figure 32** : Analyse Canonique des correspondance (ACC) entre les paramètres physicochimiques de l'eau et les principales classes de zooplancton.

# **Conclusion et perspectives**

## **Conclusion et perspectives**

---

Nous avons étudié l'évolution des communautés zooplanctoniques la composition des eaux douces ses classifications, identifications, Caractéristiques, facteurs de croissance les plus importants, sa position dans le réseau Trophique dans écosystèmes de barrage Sidi Ibrahim de région Gueltat Sidi Saad Ce travail a été réalisé au cours d'étude de séries temporelles (Février et Mai 2022) en relation avec certains facteurs environnementaux et le changement climatique.

Les populations microscopiques de zooplancton vivant dans les Ecosystèmes aquatiques douce se compose de six grands classes: Rotifera représente 59,71%, et les copepodes 20,35% cladoseres 9,87%, Nematodes 7,66%, Brachiopodes 2,01%, Ostracodes 0,40%,

Le classe le plus dominante sont les Rotifères c'est un organismes microscopiques Répandus dans les eaux douces et saumâtres. Certaines Espèces sont largement tolérantes vis-à-vis des conditions Environnementales alors que d'autres sont caractéristiques Des eaux douces (Hutchinson 1967, Brummett 2000). Elles Sont quantitativement dominantes dans les communautés Zooplanctoniques des barrage sidi Ibrahim.

Pour l'échantillonnage, certains Facteurs physico-chimiques de l'eau tels que la température, la salinité, le pourcentage de Substances dissoutes, la conductivité électrique sont mesurés. Tous les facteurs du milieu nous Donnent des indications sur les changements intervenus dans la population de phytoplancton Après étude des corrélations de Pearson entre eux.

L'observation des zooplanctons se faite Par a microscopie optique inversée selon la méthode (Utermöhl, 1958). Ou par la méthode classique entre lame et lamelle. L'identification des espèces dépend des caractéristiques morphologiques et structurelles des individus, de la forme des espèces, en fin L'étude de la diversité totale de la population de zooplancton les calculant plusieurs facteurs et indicateurs dont le plus important qui sont les indices de diversité comme l'indice de Shannon et l'indice d'équitabilité qui ont montrés une bonne qualité de milieu.

# Références

## Références bibliographiques

---

1. **Allen, J.D. 1976.** Life history patterns in zooplankton. *American Naturalist* 110 : 165-180.
2. **Amblard, C. & B. Pinel-Alloul. 1995.** Variations saisonnières et interannuelles du plancton.
3. **ANIREF., (2011)** – Agence Nationale d'intermédiation et de régulation foncière, Rubrique Monographie wilaya de Laghouat .30p.
4. **Arias, A. H., A. Souissi, M. Roussin, B. Ouddane, & S. Souissi, 2016.** Bioaccumulation of PAHs in Marine zooplankton : an experimental study in the copepod *Pseudodiaptomus marinus*. *Environmental Earth Sciences* 75 : 691.
5. Assessing the trophic state and water quality of eutrophic lakes : long term study of Lake Vörtsjärv. *Journal of Limnology* 73 :2.
6. **BARBAULT (1981)** – Écologie des populations et des peuplements. Éd. Masson. Paris, 200p.
7. **BIGOT L. et BODOT P. (1973)** – Contribution à l'étude biocénétique de la garrigue à *Quercus coccifera* – Composition biotique du peuplement des invertébrés. *Vie et Milieu*, Vol. 23, Fasc. 2 (Sér. C) : 229-249 pp.
8. **BLONDEL J. (1979)** – Biologie et écologie. Éd. Masson, Paris. 173p
9. **Bograd, S.J., Checkley, D.A. & Wooster, W.S. (2003).** CalCOFI : A half century of physical, chemical, and Biological research in the California Current System. *Deep Sea Research Part II : Topical Studies in Oceanography*, 50, 2349-2353.
10. **Bougis P. (1974a).** «Écologie du Plancton Marin. I – Le Phytoplancton » Masson et Cie, Paris, 196 pp.
11. **Bougis P. (1974b).** « Ecologie du Plancton Marin. II – Le Zooplancton » Masson et Cie, Paris, 200 pp.
12. **BRASSARD D. (2009)** – Variabilité à long terme des cladocères dans des lacs de la forêt boréale soumis à des perturbations naturelles et anthropiques. Mémoire de Maîtrise, Université du Québec (Chicoutimi, Canada), 42 p. + annexes.
13. **Brummett R.E. 2000.** Food organism availability and resource partitioning in organically and inorganically fertilized *Tilapia rendalli* ponds. *Aquaculture*, 183, 51-71.
14. **C.D.F., (2008)** –Conservations des forets. Inventaire de principales espèces Floristique et faunistique dans la wilaya de Laghouat.
15. **Cailleaud, K., J. Forget-Leray, S. Souissi, D. Hilde, K. LeMenach, & H. Budzinski, 2007.** Seasonal Variations of hydrophobic organic contaminant

## Références bibliographiques

---

- concentrations in the water-column of the Seine Estuary and their transfer to a planktonic species *Eurytemora affinis* (Calanoïda, copepoda). Part 1 : PCBs and PAHs. *Chemosphere* 70 : 270–280.
16. **Calbet, A. & Landry, M.R. (1999)**. Mesozooplankton influences on the microbial food web : direct and Indirect trophic interactions in the oligotrophic open ocean. *Limnology and Oceanography*, 44, 1370-1380.
  17. **Calbet, A. (2001)**. Mesozooplankton grazing effect on primary production : a global comparative analysis in Marine ecosystems. *Limnology and Oceanography*, 46, 1824-1830.
  18. **Catalán, I.A., Tejedor, A., Alemany, F. & Reglero, P. (2011)**. Trophic ecology of Atlantic bluefin tuna *Thunnus thynnus* larvae. *Journal of Fish Biology*, 78, 1545-1560.
  19. **Cemagref, 1985**. Comparaison de différentes méthodes d'estimation de la biomasse Sestonique : application à 2 installations de lagunage naturel. Rapport AFME. In Champiat et Larpent, 1994. *Biologie des eaux. Méthodes et techniques*. Ed. Masson, Paris. 374 p.
  20. **Cemagref, 1985**. Le lac du Bourget (Savoie), Rapport de l'étude 1983. In Champiat et Larpent, 1994. *Biologie des eaux. Méthodes et techniques*. Ed. Masson, Paris. 374 p.
  21. **Chambord, S., T. Maris, F. Colas, T. Van Engeland, A.-C. Sossou, F. Azémar, M. Le Coz, T. Cox, L. Buisson, S. Souissi, P. Meire, & M. Tackx, 2016**. Mesozooplankton affinities in a recovering Freshwater estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 177 : 47–59.
  22. **Costalago, D., Palomera, I. & Tirelli, V. (2014)**. Seasonal comparison of the diets of juvenile European Anchovy *Engraulis encrasicolus* and sardine *Sardina pilchardus* in the Gulf of Lions. *Journal of Sea Research*, 89, 64-72.
  23. **D.P.S.B., (2011)** – Direction de programmation et suivi de budget. Monographie de La wilaya de lagouhat, 183p.
  24. **Dagnelie P., (2000)** – Statistiques théorique et appliquées. Bruxelles Université de Boeck et Larcier, pp659.
  25. **DAJOZ R. (1975)** – Précis d'écologie. Éd. Dunod, Paris. 434p.
  26. **DAJOZ R. (1982)** – Précis d'écologie. Éd. Gauthier-Villars. Paris, 503p.
  27. **DAJOZ R. (1985)** – Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris. 505p
  28. **Duchêne Ph. Et Camus J.C., 1994**. Les protozoaires et les communautés Zooplanctoniques. In Champiat et Larpent, 1994. *Biologie des eaux. Méthodes et Techniques*. Ed. Masson, Paris.374 p.

## Références bibliographiques

---

29. **Dussart B. H. (1965).** « Les différentes catégories de plancton ». *Hydrobiologia* 26, no 1: 72–74
30. **Dussart B., 1966.** *Limnologie : l'étude des eaux continentales*. Ed. Gauthier-Villars, Paris.
31. *Ecosystems*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 43 : 1571–1581.
32. **Frangoulis, C., Christou, E. & Hecq, J. (2004).** Comparison of marine copepod outfluxes : Nature, rate, fate And role in the carbon and nitrogen cycles. *Advances in marine biology*, 47, 253-309.
33. **Fuller D.R., Stemberger R.S., Gannon T.E., 1977.** Limnetic rotifers as indicators Of trophic change. *J. Elisha Mitchell Sc. Soc.*, 93 : 104-113. In Champiat et Larpent, 1994. *Biologie des eaux. Méthodes et techniques*. Ed. Masson, Paris. 374 p.
34. **Gannon J.E. et Stemberger R.S., 1978.** Zooplankton (especially crustaceans and Rotifers) as indicators of water quality. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 97, 16-35. In Champiat et Larpent, 1994. *Biologie des eaux. Méthodes et techniques*. Ed. Masson, Paris. 374 p.
35. **Gannon, J. E., & R. S. Stemberger, 1978.** Zooplankton (Especially Crustaceans and Rotifers) as Indicators of Water Quality. *Transactions of the American Microscopical Society* 97 : 16–35.
36. **Gaujous D., 1995.** *La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire*, Ed. LavoisierTec & Doc, Paris. 220 p.
37. **Glime, J. M., 2017a.** Chapter 10-1 Arthropods : Crustacea – Copepoda and Cladocera  
Chapter  
10-1 Arthropods : Crustacea – Copepoda and Cladocera., **2:** 1–24.
- Glime, J. M., 2017b.** Chapter 4-5 Invertebrates : Rotifers Chapter 4-5 Invertebrates : Rotifers.,  
**2:** 1–58.
38. **Glime, J. M., 2017c.** Chapter 4-6 Invertebrates : Rotifer taxa – Bdelloidea Chapter 4-6  
Invertebrates : Rotifer taxa – **2:** 1–28.
- Glime, J.M., 2017d.** Chapter 4-3 Invertebrates : Nematodes Chapter 4-3  
Invertebrates :  
Nematodes **2:** 1–30.
39. **HABERMAN J. (1998)** – Zooplankton of lake Vörtsjärv. *Limnologica*, vol. 28, p. 49-65.

## Références bibliographiques

---

40. **Haberman, J., & M. Haldna, 2014.** Indices of zooplankton community as valuable tools in
41. **Hart, R. C. (1996)** Naupliar and copepodite growth and survival of two freshwater Calanoids at various food levels : Demographic contrasts, similarities, and food Needs. *Limnol. Oceanogr.*, 41, 648-658.
42. **Hart, R. C. (1996)** Naupliar and copepodite growth and survival of two freshwater Calanoids at various food levels : Demographic contrasts, similarities, and food Needs. *Limnol. Oceanogr.*, 41, 648-658.
43. **Hays, G.C., Richardson, A.J., Robinson, C., 2005.** Climate change and marine plankton. *Trends in Ecology and Evolution* 20, 337–344. Doi :10.1016/j.tree.2005.03.004.
44. **Heath, M. & Lough, R. (2007).** A synthesis of large-scale patterns in the planktonic prey of larval and Juvenile cod (*Gadus morhua*). *Fisheries Oceanography*, 16, 169-185.
45. **Hensen V., 1887.** Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Thieren. V. Bericht, Ed. Jahrgang, Parey, Berlin. Pp. 107.
46. **Herzig A. 1983.** Comparative studies on the relationship between Temperature and duration of embryonic development of Rotifers. *Hydrobiologia*, 104, 237–246.
47. **Hopp, U., Maier, G. and Bleher, R. (1997)** Reproduction and adult longevity of five Species of planktonic cyclopoid copepods reared on different diets : a Comparative study. *Freshw. Biol.*, 38, 289-300.
48. **Houyou Z., 2015.** Impact de la mise en culture en pluvial sur la dégradation du sol par érosion éolienne dans la steppe centrale (cas de la région de Laghouat). Thèse Doctorat, USTHB, Alger. 168p.
49. **Hutchinson G.E., 1967.** A treatise on limnology. Vol. II: Introduction to lake biology and the limnoplankton. J. Wiley and Sons N.Y.: 1114 p. In Champiat et Larpent, 1994. *Biologie des eaux. Méthodes et techniques.* Ed. Masson, Paris. 374 p.
50. **Hutchinson G-E .1967.** A treatise on limnology vol. 11. Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley and Sons. Inc., New York, 1115 p.
51. **ICES, 2006.,** zooplankton methodology manual, Reprinted. Ed. Elsevier Acad. Press, San Diego. Pp. 707.
52. **Jeppesen, E., P. Nøges, T. A. Davidson, J. Haberman, T. Nøges, K. Blank, T. L. Lauridsen, M. Søndergaard, C. Sayer, R. Laugaste, L. S. Johansson, R. Bjerring, & S. L. Amsinck, 2011.** Zooplankton as indicators in lakes : a scientific-based plea

## Références bibliographiques

---

- for including zooplankton in the Ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia* 676 : 279.
53. **Lauridsen, M. Søndergaard, C. Sayer, R. Laugaste, L. S. Johansson, R. Bjerring, & S. L. Amsinck, 2011.** Zooplankton as indicators in lakes : a scientific-based plea for including zooplankton in the Ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia* 676 : 279.
54. **KREBS C. J. (1989)** – Ecological methodology. Harper and Row. New York, 386p.
55. *Limnologie Générale*. Collection *Écologie* 25. R. Pourriot et M. Meybeck (eds). Masson. Chapitre 14 : 441-472 p.
56. **MAGURRAN A.E. (1988)** – Ecological diversity and its measurement. Princeton University
57. **Margalef R., 1985.** Environmental control of the mesoscale distribution of primary producers and its bearing to primary production in the western Mediterranean . In : ----  
-
58. **McQueen, D. J., J. R. Post, & E. L. Mills, 1986.** Trophic relationships in freshwater pelagic
59. **McQueen, D.J., J.R. Post & E.L. Mills. 1986.** Trophic relationships in freshwater pelagic Ecosystems. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43 : 1571-1581.
60. **Mialet, B., F. Azémar, T. Maris, C. Sossou, P. Ruiz, M. Lionard, S. Van Damme, A. Lecerf, K. Muylaert, N. Toumi, P. Meire, & M. Tackx, 2010.** Spatial spring distribution of the copepod *Eurytemora affinis* (Copepoda, Calanoida) in a restoring estuary, the Scheldt (Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 88 : 116–124.
61. **Mialet, B., J. Gouzou, F. Azémar, T. Maris, C. Sossou, N. Toumi, S. Van Damme, P. Meire, & M. Tackx, 2011.** Response of zooplankton to improving water quality in the Scheldt estuary (Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 93 : 47–57.
62. **Morote, E., Olivar, M.P., Bozzano, A., Villate, F. & Uriarte, I. (2011).** Feeding selectivity in larvae of the European hake (*Merluccius merluccius*) in relation to ontogeny and visual capabilities. *Marine Biology*, 158, 1349-1361.
63. **Moss, B., 2007.** Shallow lakes, the water framework directive and life. What should it all be
64. About ? *Hydrobiologia* 584 : 381–394.
65. **Nõges, P., W. van de Bund, A. C. Cardoso, A. G. Solimini, & A.-S. Heiskanen, 2009.** Assessment of The ecological status of European surface waters : a work in progress. *Hydrobiologia* 633 : 197–211.

## Références bibliographiques

---

66. **NOGRADY T., POURRIOT R. et SERGERS M. (1995)** – Rotifera. Volume 3 : The Notommatidae and the Scardiidae. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental water of the world, vol. 8, H.J. DUMONT édit., SPB Academic Publishing, La Haye, 248 p.
67. **Nogrady T., Wallace R.L & Snell T. 1993.** Rotifera 1. Biology, Ecology and systematics. In : Dumont H.J. (ed.). Guides to the Identification of the microinvertebrates of the continental Waters of the world. SPB Academic. The Hague, 4,142p.
68. **Patalas J. et Patalas J.K., 1966.** The crustacean plankton communities in Polish Lakes. Verh. Int. Verein. Limnol., 16, 204-215. In Champiat et Larpent, 1994. Biologie des eaux. Méthodes et techniques. Ed. Masson, Paris. 374 p.
69. **Peterson, W. T. (2001)** Patterns in stage duration and development among marine and Freshwater calanoid and cyclopoid copepods : a review of rules, physiological Constraints, and evolutionary significance. *Hydrobiologia*, 453-454, 91-105.
70. **PIASECKI W., GOODWIN A.E., EIRAS J.C. et NOWAK B.F. (2004)** – Importance of copepoda in freshwater aquaculture. *Zoological Studies*, vol. 43, no 2, p. 193-205.
71. **Pielou, E.C., 1966.** The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.*, **13**: 131–144
- Prescott G W., 1954.** The Fresh-Water Algae. USA, H. E. Jaques Library Dunod éditions. 224p
72. **Pontin R.M. 1978.** A key to the freshwater planktonic and Semiplanktonic rotifera of the British Isles. Freshwater Biological Association Scientific Publication, N° 38.
73. **Pourriot R., 1982.** Ecologie du plancton des eaux continentales. Ed. Masson, Paris, 193 p.
74. Press, Priceton, New Jersey. 179p.
75. **Santer, B. and Lampert, W. (1995)** Summer diapause in cyclopoid copepods : adaptive Response to a food bottleneck ? *J. Anim. Ecol.*, 64, 600-613.
76. **Shannon, C.E., Weaver, W., 1949.** The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana, p. 117.
77. **Shiel, R., 2014.** A guide to identification of rotifers, cladocerans and copepods from Australian Inland waters: Identification guide series No.3. Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology, Albury, NSW.

## Références bibliographiques

---

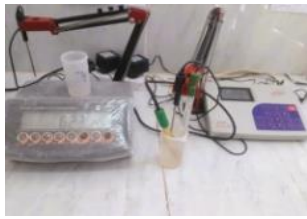


78. **Shuter, B. J. and Ing, K. K. (1997)** Factors affecting the production of zooplankton in Lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54, 359-377.
79. **Sladeczek V., 1983.** Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiol.* 100, 109-201. In Champiat et Larpent, 1994. *Biologie des eaux. Méthodes et techniques.* Ed. Masson, Paris. 374 p.
80. **Sournia A. erard-le dennE, Grzebyk D Lassus P, Partensky F, 1990.** Plancton nuisible Sur les côtes de France. *Pour la science* 153, 60-67
81. **SOURNIA A., (1978).** Phytoplankton manul.manographs on oceanographic Methodology. N°, 6, UNESCO. Paris p 337.
82. **Stergiou, K.I. & Karpouzi, V.S. (2002).** Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish biology and fisheries*, 11, 217-254.
83. **Stockwell, J. D. and Johannsson, O. E. (1997)** Temperature-dependent allometric Models to estimate zooplankton production in temperate freshwater lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54, 2350-2360.
84. **Tlili, S., J. Ovaert, A. Souissi, B. Ouddane, & S. Souissi, 2016.** Acute toxicity, uptake and
85. **Twombly, S., Wang, G. and Hobbs, N. T. (2007)** Composite forces shape population Dynamics of copepod crustaceans. *Ecology*, 88, 658-670.
86. **Whitney F. (2011).** « Nutrient variability in the mixed layer of the subarctic Pacific Ocean,
87. <https://centre-developpement-agroecologie.fr/biosurveillance-indicateur-pollution/#:~:text=Les%20planctons%20comme%20indicateur%20de%20la%20pollution%20de%20l'eau&text=C'est%20la%20preuve%20d,organismes%20plus%20gros%20du%20lac>.
88. <http://www.plancton-du-monde.org/decouvrir-le-plancton/le-zooplancton/zooplancton-permanent/>
89. <https://www.encyclopedie.fr/definition/m%C3%A9roplancton>

# **Annexes**


Annexe 01

1. Paramètres physicochimiques

Tableau 01 : Paramètres physico-chimiques utilisées dans la caractérisation de la qualité de l'eau.

Paramètre mesuré		Matériel utilisés	Mode opératoire
Température (T°)	C°	 <p>Thermomètre à mercure</p>	Enfoncer le thermomètre dans l'eau Attendre quelques minutes et lire la valeur indiquée.
PH	%	 <p>PH mètre</p>	Prendre une quantité d'échantillon à mesurer. - Immerger l'électrode dans le bécher contenant l'eau à analyser - Laisser stabiliser un moment et noter le pH indiqué
Conductivité (CE)	µs/cm	<p>Conductimètre (HACH COMPANY)</p> 	Rince l'échantillon à la conductivité - Faire la mesure dans un récipient contenant de l'eau à examiner en prenant soin que les électrodes soient bien émergées.
Salinité S%	Mg /L		A partir de la conductivité (lecture directe).
total des solides dissous (TDS)	Mg /L	TDS mètre	Immerger l'électrode dans le bécher contenant l'eau à analyser
Nitrate NO-3	mg/L	Spectrophotomètre	10ml d'échantillon dans chaque bécher + 4 goutte acide acétique. +0.5 salicylate de na + 8 goutte nitrate de sodium (séchage à 166 c° pendant 1h 30 min)

## Annexes

<b>l'amonium</b>			10 ml d'échantillon dans chaque bécher. + 1ml réactif ammonium
<b>Phosphate PO4-3</b>	Mg/l		Prendre 10 ml de l'échantillon. - Ajouter 1 ml d'acide ascorbique (10%). - lecture à 699 nm. (Legube et Merlet, 2009)
<b>Sulfate (SO4-2)</b>	mg/l		utilisé 4 bécher dans chaque bécher (50 ml échantillon) + 1ml solution stabilisante . +1ml solution de chlorure de baryum Agiter 1 mn.
<b>Nitrite(NO-2)</b>	mg/l		- Prendre 10 ml d'eau à analyser - Ajouter 4 gouttes d'acide acétique - Ajouter 8 gouttes de nitrure de sodium (NaN3) - Attendre 5 minutes - ajouter une pincée de salicylate de sodium. - sécher à l'étuve à 200°C avec ventilation et laisser refroidir. - Reprendre le résidu avec 16 gouttes d'acide sulfurique concentré (8N). - laisser reposer 15 mn puis ajouter 10ml de NaOH (20%) (Legube et Merlet, 2009)

### 2. Matière en suspension (MES)

Pour la détermination des solides en suspension dans l'eau en appliquant une méthode de poids différentiel :

## Annexes

- 1) Filtration sur un filtre en fibre de verre WHATMAN GF/C 47  $\mu\text{m}$  afin de retenir toutes les particules de taille variable.
- 2) Sèche le papier à une température 105°C temps 5 min .
- 3) La différence de poids permet de connaître le poids sec total de matière en suspension dans le volume filtré correspondant (Aminot et chaussepied, 1983).

$$MES(mg/l) = \frac{P_2 - P_1}{V}$$

P1 = poids du filtre avant filtration (mg).

P2 = poids du filtre après filtration et séchage (mg).

V = volume filtré (litre).



**Figure 01:** Les étapes de méthode MES (Original,2022).

## Annexe 02

### 1. Paramètres physicochimiques de l'eau et leurs variations mensuelles

Les données caractérisant la nature physico-chimique de l'eau mesurées selon les méthodes décrites plus haut, ainsi que sa variation mensuelle sont rapportées dans le tableau 02. Il montre l'analyse descriptive des paramètres physicochimiques de l'eau de notre site d'étude.

**Tableau 02** : Analyses descriptives des paramètres physicochimiques de l'eau.

	St.1				St.2				St.3				St.4			
	Min	Max	Mo y	SD±	Mi n	Max	Moy	SD±	Mi n	Ma x	Moy	SD±	Mi n	Max	Moy	SD ±
<b>T</b>	15,8	16,2	16	0	17,4	17,6	17,5	0	16	16,3 3	16,125	0	23,2	23,7	23,475	0
<b>pH</b>	7,3	7,7	7,46 5	0,47	7,28	9,5	8,365	0,547	7,32	7,53	7,4225	0,1775	6,96	7,2	7,0675	0
<b>CE</b>	1235	1279	1260	0	1237	1477	1260	0	1024	1094	1260	0	1085	1447	1260	0
<b>TDS</b>	617	639	624, 75	51,975	624	637	629,5	54,523	403	547	500,25	46,875	506	630	594	0
<b>Turb</b>	5,11	9,33	6,50 25	23,642 06	21,7	62,9	41,425	14,007 146	36,8	51	45,65	13,687 5	72,1	74,5	73,025	0
<b>S%</b>	0,617	0,639	0,62 475	0	0,62 4	0,637	0,6295	0,0545 2306	0,51 2	0,40 3	0,5002 5	0,0468 75	0,63	0,625	0,594	0
<b>MES</b>	20	91	60,5	0	21	120	52,75	0	60	180	92,5	0	50	120	72,5	0

## Annexes

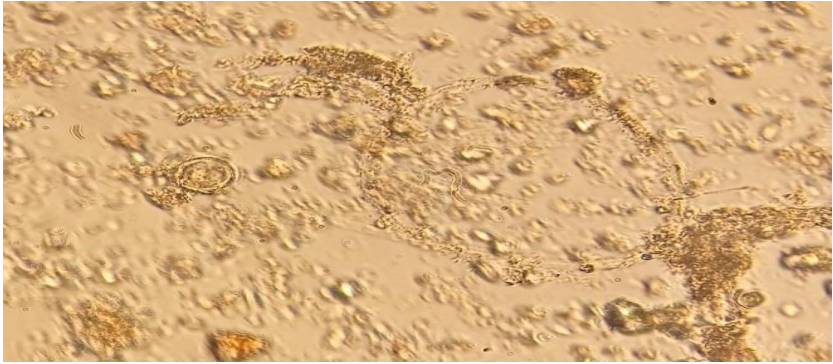
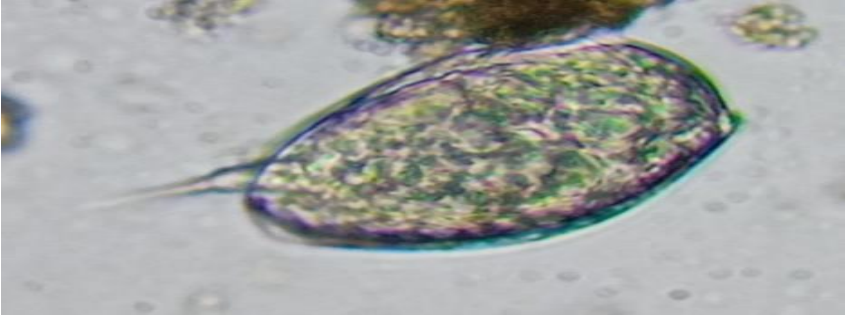
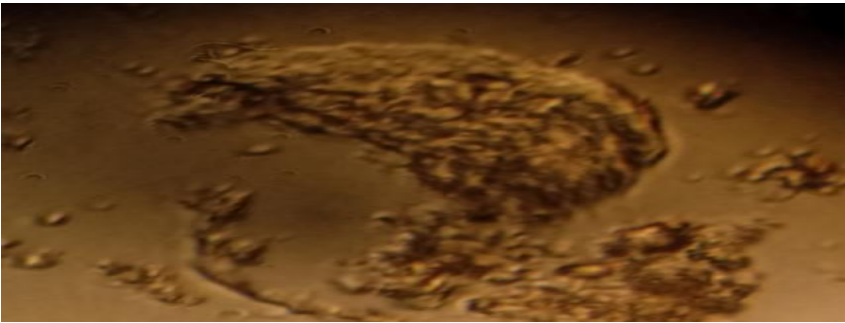
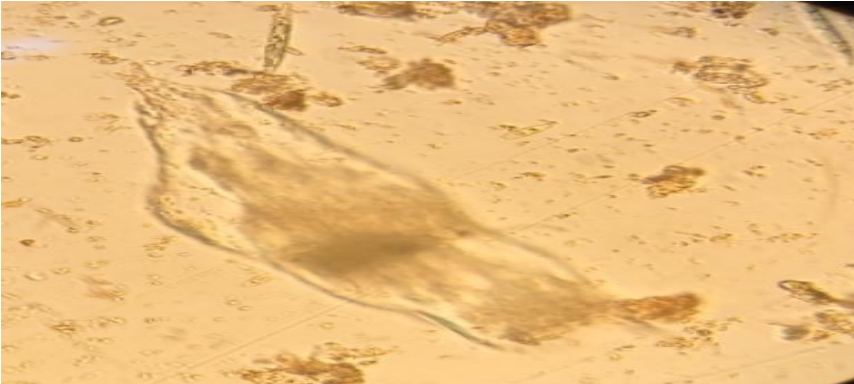
Les données caractérisant la nature chimique de l'eau mesurées selon les méthodes décrites plus haut, ainsi que sa variation mensuelle sont rapportées dans le tableau 03. Il montre l'analyse descriptive des paramètres chimiques de l'eau de notre site d'étude.

**Tableau 03:** Analyses descriptives des paramètres nutritifs de l'eau.



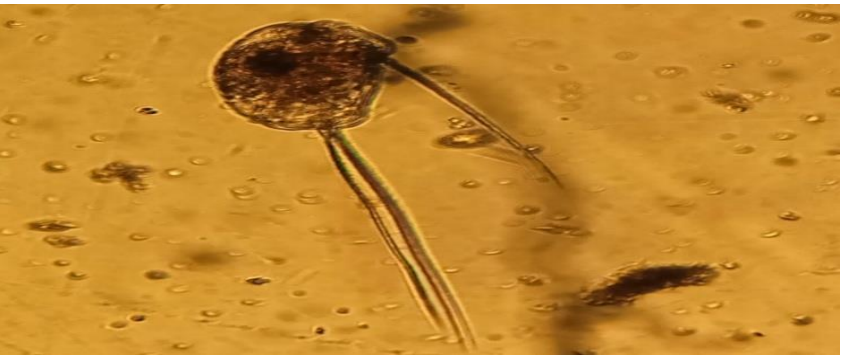
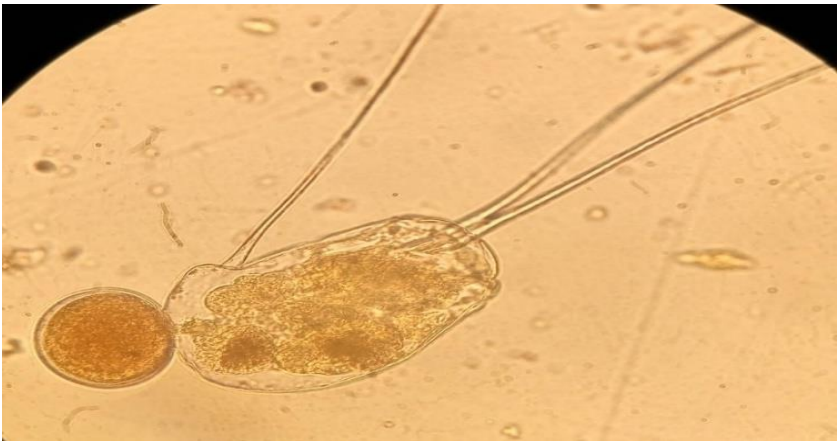
	St.1				St.2				St.3				St.4			
	Min	Max	Moy	SD±	Min	Max	Moy	SD±	Min	Max	Moy	SD±	Min	Max	Moy	SD±
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	0,1	96,73	40,437 5	82,05303 07	10,7 2	463, 77	201,55 75	85,165	90,65	313, 21	163,8 475	79,416 25	0,86	7,78	5,015	0
<b>NO<sup>3-</sup></b>	0,83	1,16	1,005	0,386593 7	0,53	1,16	0,815	0,318	0,2	0,46	0,265	0,1025	0,04	0,11	0,06	0
<b>NO<sup>2-</sup></b>	0	0	0	0,007577 72	0	0	0	0,008	0,01	0,02	0,017 5	0,0087 5	0	0	0	0
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	0,02	0,03	0,025	0,020728 9	0,02	0,04	0,025	0,020	0,03	0,08	0,05	0,0125	0,04	0,16	0,075	0
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	157,3	218,0 3	175,39 75	48,17149 51	140, 7	204, 25	174,38 25	50,37050 63	170,5	238, 91	201,2 775	45,417 5	98,4 1	372,27	292,11 25	0

Annexe 03

Guide de zooplancton recensées dans le barrage de Sidi Ibrahim dans la commune de Gueltat Sidi Saad, Laghouat (Algérie).

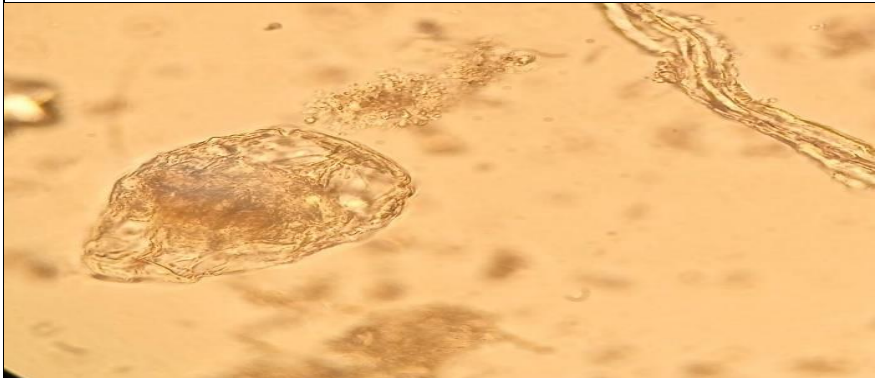
	<p><i>Lecane depressa</i></p>
	<p><i>Colurella geophila</i></p>
	<p><i>Trichocerca obtusidens</i></p>
	<p><i>Proales decipiens</i></p>

	<p><i>Daphnia pulex</i></p>
	<p><i>Lecane crenata</i></p>
	<p><i>Lecane cornuta</i></p>
	<p><i>Lecane hamata</i></p>

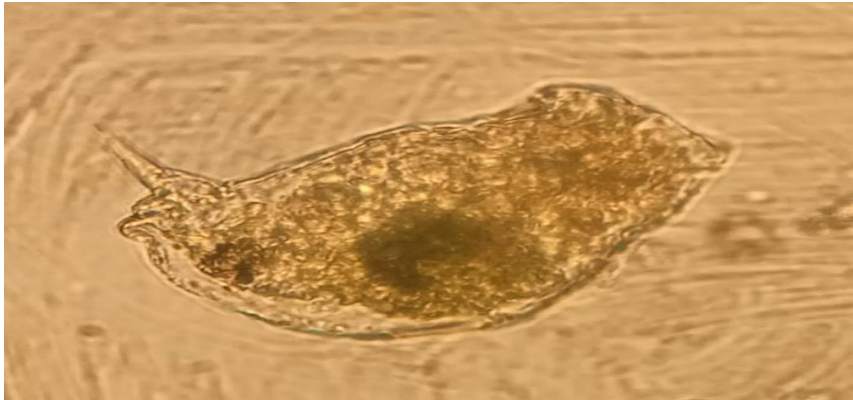
	<p><i>Adineta vaga</i></p>
	<p><i>Trichocerca parvula</i></p>
	<p><i>Filinia sp</i></p>
	<p><i>Filinia terminalis</i></p>



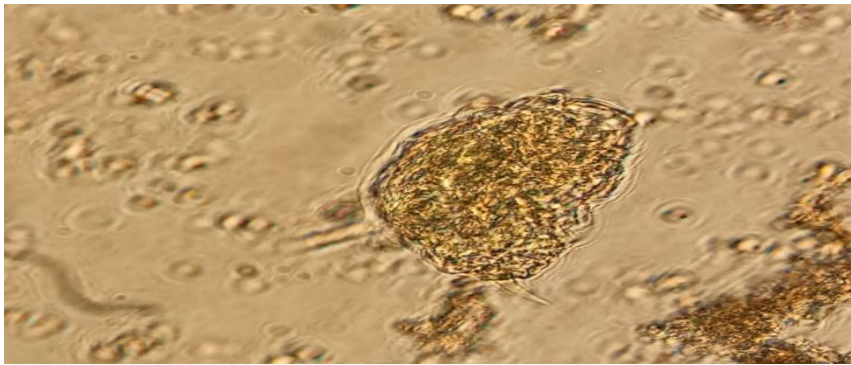
*Bedelloid rotifera*



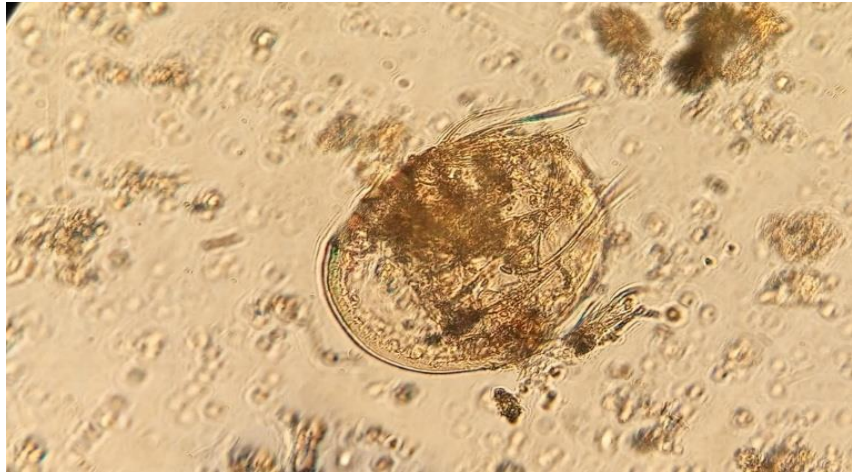
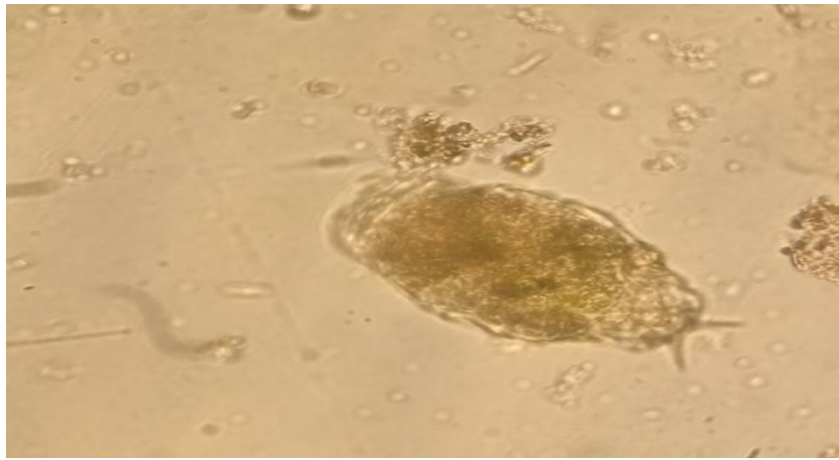
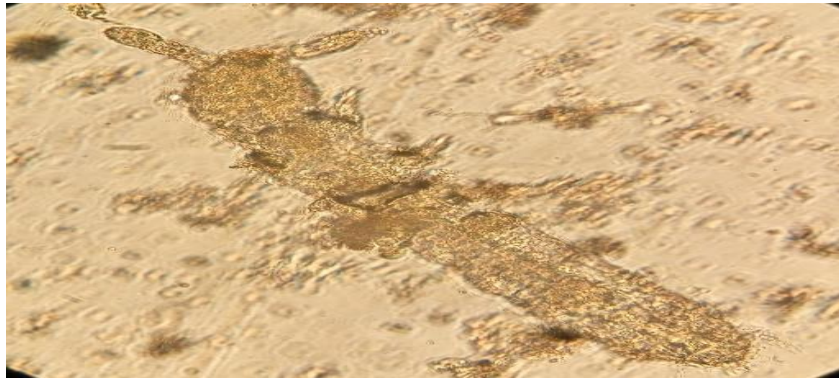
*Bedelloid rotifera*

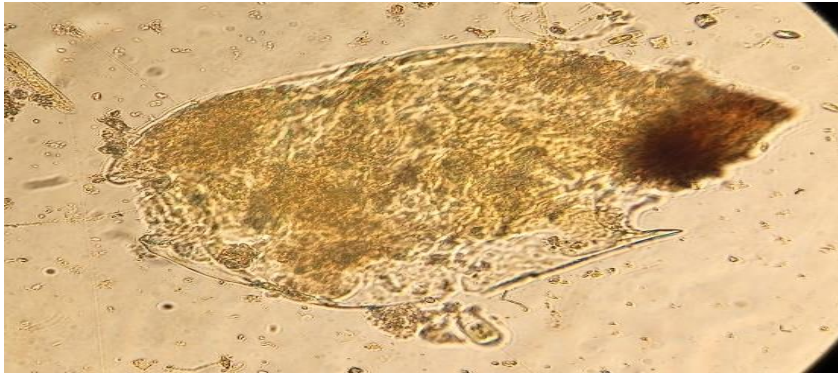


*Trichocerca sp*



*Lecane bulla bulla*

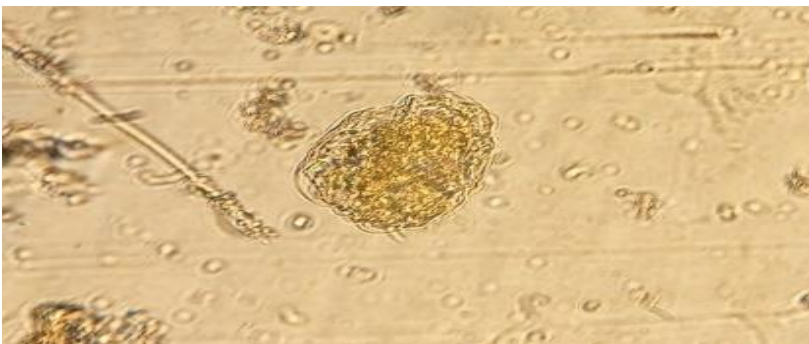
	<p><i>Espace non identifiée</i></p>
	<p><i>Notommata copeus</i></p>
	<p><i>Nemtoka</i></p>



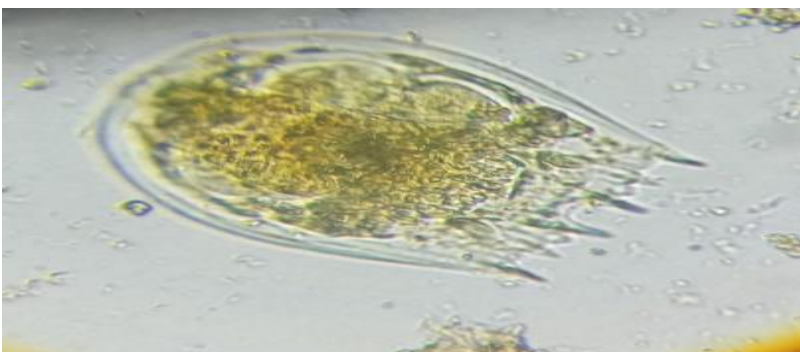
*Brachionus angularis*  
*angularis*



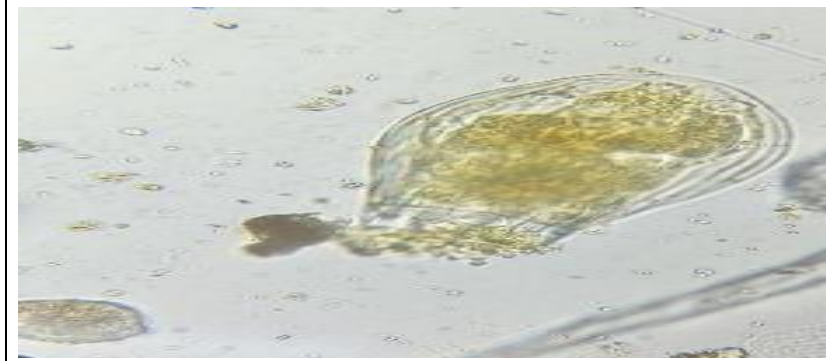

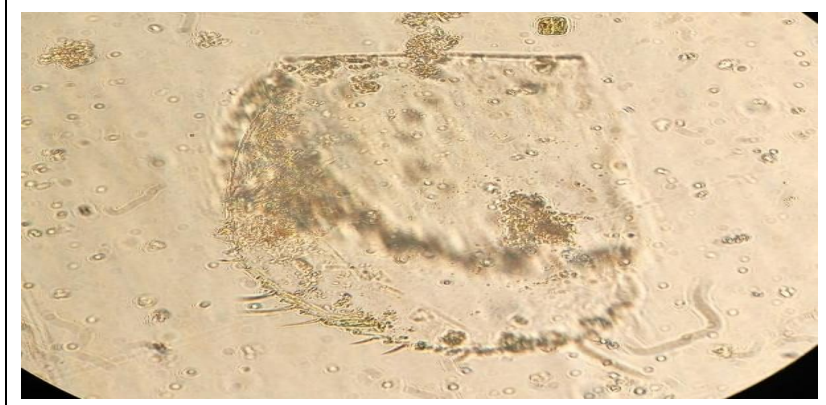

*Diaphanosoma sarsi*

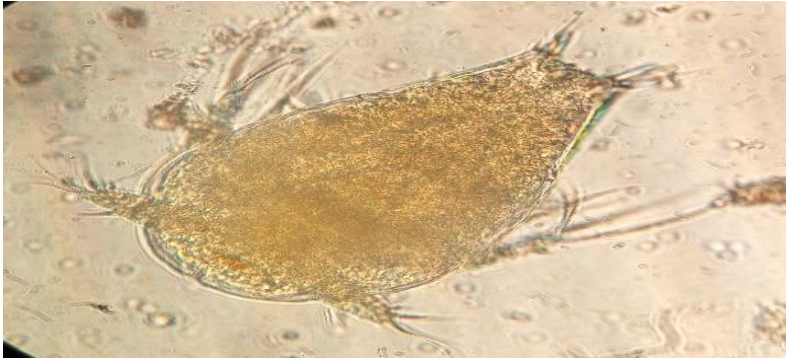
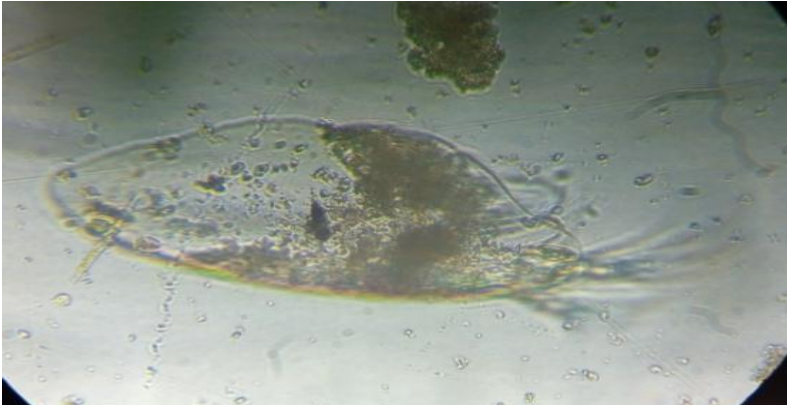
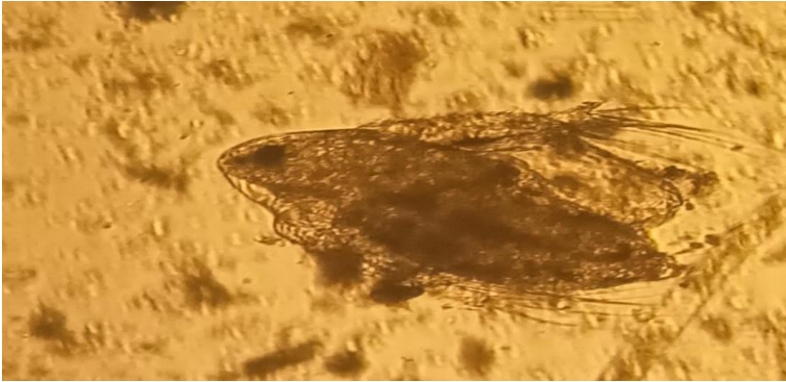



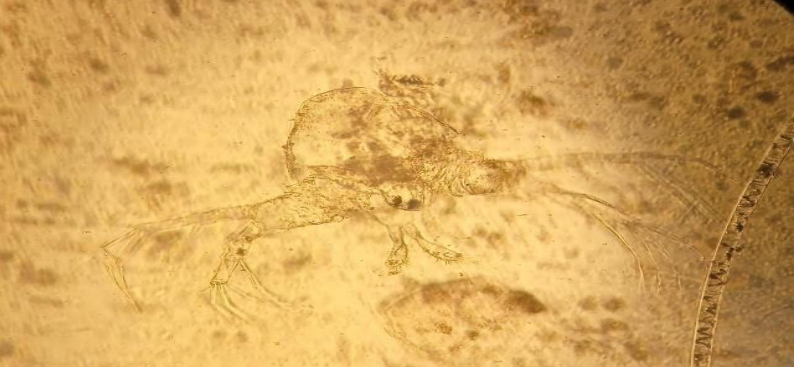
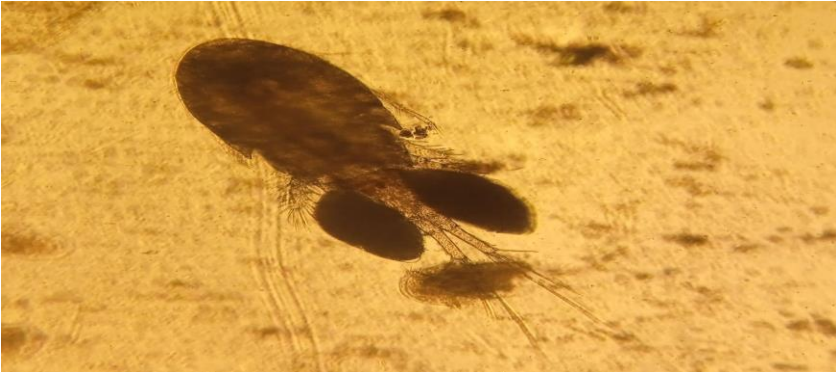


*Conochilus hippocrepis*










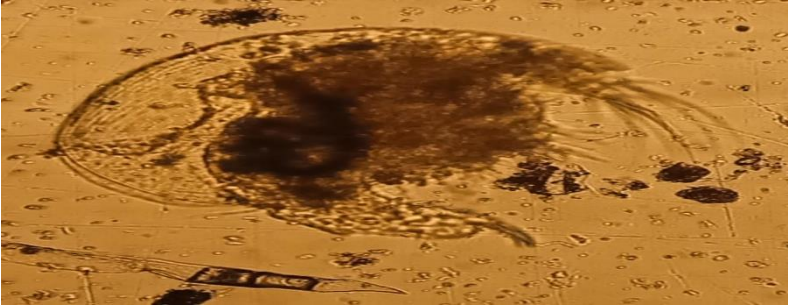
*Brachionus durgae*  
*Dhanapathi*

	<p><i>Brachionus urceolaris</i></p>
	<p><i>Brachionus calyciflorus</i></p>
	<p><i>Hemicypris anomala</i></p>
	<p><i>Copepoda nauplius</i></p>

	<p><i>Macrocyclus albidus</i></p>
	<p><i>Espace non identifiée</i></p>
	<p><i>Simocephalus elizabethae</i></p>
	<p><i>Bosmina longirostris</i></p>

	<p><i>Espèce non identifiée</i></p>
	<p><i>Thermocyclops sp</i> <i>(Femelle)</i></p>
	<p><i>Macrocyclus albidus</i> <i>(male)</i></p>
	<p><i>Harpacticoid copepods</i></p>

	<p><i>Plectus muyarry</i></p>
	<p><i>Lindia pallida</i></p>
	<p><i>Nematoda sp</i></p>
	<p><i>Macrocyclus albidus</i> (male)</p>

	<i>Bosmina sp</i>
	<i>Espace non identifiée</i>
	<i>Copepoda sp</i>
	<i>Daphnia pulex</i>